

Diversity-oriented channel allocation in a mobile communications system

Publication number: JP11501468 (T)

Publication date: 1999-02-02

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- international: H04B7/15; H04B7/185; H04Q7/22; (IPC1-7): H04B7/15; H04Q7/22

- European: H04B7/185M4B

Application number: JP19950519302T 19951204

Priority number(s): WO1995US16449 19951204; US19940354904 19941212

Abstract not available for JP 11501468 (T)

A method and apparatus for communicating with a plurality of ground terminals using a plurality of satellites transmitting time-division multiplexed signals are disclosed. First, a first satellite transmits to a first group of ground terminals using a first number of timeslots in a TDM frame period. In addition, the first satellite and a second satellite transmit in alternate TDM frames to a second group of ground terminals using a second number of timeslots in said TDM frame period. Finally, the second satellite transmit to a third group of ground terminals using a third number of timeslots in the TDM frame period.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平11-501468

(43)公表日 平成11年(1999)2月2日

(51)Int.Cl.⁴
H 0 4 B 7/15
H 0 4 Q 7/22

識別記号

F I
H 0 4 B 7/15
7/26 Z
1 0 8 A

(21)出願番号 特願平8-519302
(22)出願日 平成7年(1995)12月4日
(55)翻訳文提出日 平成9年(1997)6月12日
(66)国際出願番号 PCT/US95/16449
(87)国際公開番号 WO96/19049
(87)国際公開日 平成8年(1996)6月20日
(31)優先権主張番号 08/354,904
(32)優先日 1994年12月12日
(33)優先権主張国 米国(US)

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 62 頁)

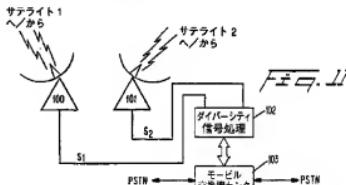
(71)出願人 エリクソン インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 27703 ノースカロライナ州, リサーチ トライアングル パーク, ピー. オー. ボックス 13969, ディベラップメント ドライブ 7001
(72)発明者 デント, ポール ダブリュ. スウェーデン国 エス-240 35 ステハグス, ステハグス ブラストガード
(72)発明者 エヴエルプリング, マグヌス スウェーデン国 エス-112 35 ストックホルム, ノール マラリストランド 70
(74)代理人 弁理士 浅村 勉 (外3名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モービル通信システムにおけるダイバーシティ指向型チャネル割当

(57)【要約】

時分割マルチプレックス処理信号を送信する複数のサテライトを利用して、複数の地上端末と通信を行なう方法および装置が開示されている。最初に、第1サテライトは、TDMAフレーム期間中の第1の数のタイムスロットを利用して、第1グループの地上端末まで送信する。更に、この第1サテライトおよび第2サテライトは、このTDMAフレーム期間中の第2の数のタイムスロットを利用して、第2グループの地上端末へ、交互のTDMAフレームで送信する。最後に、このサテライトは、TDMAフレーム期間中の第3の数のタイムスロットを利用して、第3グループの地上端末へ送信する。



【特許請求の範囲】

1. 時分割マルチプレックス処理信号を送信する複数のサテライトを利用して、複数の地上端末と通信する方法であって、

T D M フレーム期間中の第1数のタイムスロットを用いて、第1サテライトから、これら地上端末の第1グループへ送信するステップと、

このT D M フレーム期間中の第2数のタイムスロットを用いて、これら地上端末の第2グループへ、この第1サテライトおよび第2サテライトからT D M フレームを交互に送信するステップと、

このT D M フレーム期間中の第3数のタイムスロットを用いて、前記第2サテライトから、これら地上端末の第3グループまで送信するステップとを具備する、通信方法。

2. 時分割マルチアクセス送信を利用して複数の地上端末から複数の軌道上サテライトへ信号を中継する方法であって、

第1サテライトによって中継される目的の、第1数のT D M A タイムスロットを利用して、地上端末の第1グループから送信するステップと、

1つ以上のサテライトによって中継される目的の、第2数のT D M A タイムスロットを利用して、これら地上端末の第2グループから送信するステップと、

第2サテライトによって中継される目的の、第3数のT D M A タイムスロットで、これら地上端末の第3グループから送信するステップとを具備する中継方法。

3. 更に、

少なくとも、前記第1および第2サテライトで受信した信号を、処理のために、地上局へ中継するステップと、

前記第1サテライトによって中継された、前記地上端末の第1グループからの信号を、この地上局で処理するステップと、

前記第2サテライトによって中継された、前記地上端末の第3グループからの信号を処理するステップとを具備する、請求項2に記載の方法。

4. 更に、

1台以上のサテライトから受信した信号を、処理のために地上局へ中継するス

ステップと、

前記1台以上のサテライトによって、地上端末の第2グループから中継された信号を、信号品質を改善するために、前記地上局で一緒に処理するステップとを具備する請求項2に記載の方法。

5. 更に、

前記第1サテライトによって送信されたT D M タイムスロットおよび前記第2サテライトによって送信されたタイムスロットで、交互に、信号を受信するようとした少なくとも1つの地上端末が設けられた、請求項1に記載の方法。

6. 前記サテライトは、電子的に指向性をステアリングする送信を採用した、請求項1に記載の方法。

7. 前記電子的に指向性をステアリングする送信は、フェーズドアレイアンテナを利用して実行される、請求項6に記載の方法。

8. 前記指向性送信はタイムスロット毎の基準でステアリングされる、請求項6に記載の方法。

9. 前記サテライトは、前記地上端末信号を受信し、指向性アンテナの支援を受けて中継する、請求項2に記載の方法。

10. 前記指向性アンテナは電子的にステアリングされる、請求項9に記載の方法。

11. 前記電子的ステアリングは、前記指向性アンテナによって受信した信号を中継し、それらの信号を地上局で処理することによって実行される、請求項10に記載の方法。

12. 前記電子ステリンクは、フェーズドアレイアンテナの支援で実行される、請求項10に記載の方法。

13. 前記指向性アンテナは、タイムスロット毎の基準で、再度ステアリングされる、請求項10記載の方法。

14. 2台以上のサテライトによって中継される目的のタイムスロットに対する指向性受信方向が、同一キャリア周波数上で互いに近接して設定されると共に、他のキャリア周波数に対する受信方向は、更に離間している、請求項13に記載の方法。

15. 複数の軌道上サテライトを経由して通信するための地上端末であって、
サテライトから、T D M タイムスロットで送信された信号を受信すると共に、
この信号を増幅し、フィルタ処理し、更に、処理のために数的形態に変換する受
信機手段と、

この受信機手段によって、予じめ決められたパターンに従って、前記複数のサ
テライトの各々から、前記 T D M タイムスロットを循環的に受信させるタイミング
手段と、

それぞれ異なるサテライトから受信した、前記変換信号を、信号フェージング
の効果を減少させるように処理する数的処理手段とを具備する、地上端末。

16. 前記地上端末は2台のサテライトから信号を交互に受信する、請求項15
に記載の端末。

17. 前記数的処理手段は、逆インターリープ手段と、エラー訂正デコード手段
とを含む、請求項15に記載の端末。

18. マルチサテライト中継ネットワークを利用して、地上局と通信する端末で
あって、

割当てられたタイムスロット中に規定のインターバルで、および割当てられた
周波数上で信号バーストを送信する時分割マルチアクセス（T D M A）送信機手
段と、

これら信号バーストを、第1サテライト、第2サテライト、または1台以上の
サテライトによって中継するかどうかに依存して、前記バースト送信時間を調整
するタイミング手段とを具備する、地上端末。

19. 前記タイミング手段は、前記サテライトネットワークを介して受信したコ
マンドによってコントロールされる、請求項18に記載の地上端末。

20. 複数のサテライト地上端末の送信時間を、これら送信が、第1軌道上サテ
ライト、第2軌道上サテライト、または1台以上の軌道上サテライトによって中
継されるかに依存して制御する、タイミングコントローラ手段。

21. 前記1台またはそれ以上の軌道サテライトをコマンドの中継用に利用して
タイミング調整コマンドを前記地上端末に送信することにより、前記制御を行な
う、請求項20に記載のタイミングコントローラ。

22. 更に、

少なくとも第1および第2サテライトによって中継された信号の受信品質を比較すると共に、前記第1または第2サテライトによって中継された前記信号を処理するか、または、これら第1、第2のサテライトによって中継された信号を、一緒に処理するかを決定する比較手段と、

この決定に依存して、前記地上端末の少なくとも1つの前記送信タイミングに対する好適な値を決定する決定手段とを具備する、請求項20に記載のタイミングコントローラ。

23. 更に、

コマンドを、少なくとも1つの前記地上端末へ送信して、前記好適なタイミングに適合させる手段を具備する、請求項22に記載のタイミングコントローラ。

24. 前記コマンド送信手段は、コマンドを送信して、前記地上端末の内の、いくつかの端末のタイミングを、ほぼ同一時間に適合させる、請求項23に記載のタイミングコントローラ。

25. 前記コマンドの送信によって、前記数個の地上局は、互いにタイムスロットの入替えを含んだ送信タイミングに適合される、請求項24に記載のタイミングコントローラ。

26. 前記決定手段は、前記地上端末のうちの2つによって送信され1台以上のサテライトにより中継されるように意図された2つの信号間の、前記1台以上のサテライトでの時間上のオーバーラップを回避するように前記好適なタイミングを決定する、請求項22に記載のタイミングコントローラ。

27. 通路ダイバーシティを提供するように作動する、少なくとも2つの中継局を利用して、無線通信ネットワークと加入者局との間の無線通信サービス品質を向上させる方法であって、

情報を包含する信号バーストを、前記少なくとも2つの中継局の第1局で利用可能な通信チャネルと、これら中継局の第2局で利用可能なチャネルとを交互に使用して、所定の加入者局まで送信するステップと、

前記第1中継局が信号バーストを所定の加入者局に送信している間に、前記第2中継局で利用可能なチャネルを利用して、バーストを異なった加入者局および

その逆に送信するステップとを具備する、無線通信サービス品質改善方法。

28. 前記利用可能な通信チャネルの各々は、無線周波数チャネル割当と組合せた反復性T D M A フレーム期間内のタイムスロットによって特徴付けられている、請求項27に記載の方法。

29. 前記中継局は、軌道上のサテライトである、請求項27に記載の方法。

30. 通路ダイバーシティを採用して、無線通信ネットワークで音声またはデータ通信を提供する加入者端末であって、

第1通信チャネル上の第1送信局および第2通信チャネル上の第2送信局から交互に、信号バーストを受信する受信手段と、

前記第1送信局によって送信された情報および前記第2送信局によって送信された情報を包含した連続的なバーストで受信した情報を、一緒に処理して、通路ダイバーシティによる信号品質を改善する処理手段とを具備する、加入者端末。

31. 前記第1および第2通信チャネルは、反復性T D M A フレーム周期中のタイムスロットと、第1および第2無線周波数チャネルとを指定することによって規定される、請求項30に記載の加入者端末。

32. 更に、

T D M A バーストを交互に受信するために、前記第1および第2通信チャネルで、前記端末を動作可能とする機敏性チャネル選択手段を具備する、請求項31に記載の加入者端末。

33. 前記機敏性チャネル選択手段は、周波数ホッピングシンセサイザを含む、請求項32に記載の加入者端末。

34. 前記バスダイバーシティ動作は、不要な時に、不作動にすることができると共に、次に、前記処理手段は单一の中継局から受信した情報を処理するようにした、請求項30に記載の加入者端末。

35. 前記中継局は、地上式セルラー基地局、軌道上のサテライトまたは、エアーポート中継局を含む、請求項30に記載の加入者端末。

36. バスダイバーシティ動作は、前記加入者端末によって、少なくとも2つの中継局の信号を十分な信号強度で受信できた時に、作用させられると共に、いづれか1局から受信した信号品質が適当以上であるときに不作用とさせられる、請

請求項3-4に記載の加入者端末。

37. ダイバーシティ動作は、前記端末が、2つの中継局間の境界において存在する時に選択されるか、または不作用となって、異なる局によって提供された領域間で転移した時に、ソフトなハンドオーバーを行なうようにした、請求項3-4に記載の加入者端末。

【発明の詳細な説明】**モービル通信システムにおけるダイバーシティ指向型チャネル割当****発明の技術分野**

本発明は、サテライト通信に関し、特に、時分割マルチプレックス処理信号を送信する複数のサテライト（衛星）を利用して、複数の地上ターミナル（端末）と通信する方法に関するものである。

開示の背景

携帯ターミナルを用いたサテライト通信では、例えばビルや木などによる信号のシャドウイング（遮え切り）によって途切れることがある。赤道上ではない非静止衛星軌道を利用して、1台のポータブルターミナル（携帯端末）に、1個以上のサテライトを選択できるようにし（各サテライトは、空において異なる位置に存在しており）、シャドウイングに基因した種々の問題を回避する努力を行うことが可能となる。

非静止衛星では、信号周波数は、相当程度、ドップラシフトに悩まされるようになる。従って、各方向における信号は、“予じめ補償された”、換言すれば、予期されるドップラシフト（偏移）の負値によってシフトされた周波数を有する必要がある。この結果、これら信号がそれらに割当てられたチャネルのそれぞれの受信機において到来するので、これら信号が隣接チャネルに迷い入まなくなる。

T D M A 地上式システムでは、基地局は静止しているので、ドップラシフトは問題とならない。しかし乍ら、ポータブルターミナルとサテライトとの間の距離が、地上式システムに比べて、かなり長くなると、時間同期化問題が起ってしまう。この結果として、ポータブルターミナルからのアップリンク送信を予測した伝送遅延に基いた時間で調整する必要があり、これによって信号が、それらに割当てられた T D M A タイムスロットでサテライトに到来し、隣接のタイムスロットに迷い入まないように確保される。

シャドウイングに基因した問題を回避するために、サテライトダイバーシティを利用した1つの問題点としては、時間または周波数に必要な先行補償を、異な

った位置または相対速度を有する2台のサテライトに対して、正確に実行できなく、これは、関連するポータブルターミナルを、すべて、互いに近接させない限り実行できない。この場合、いずれのサテライトは、すべての信号に対して、同じドップラシフトを受けるようになるので、これらの信号は、周波数においてオーバーラップ（重複）しないようになる。更に、近接したすべてのポータブルターミナルからの同一の伝送遅延を受ける、いずれのサテライトも、T D M A システムでは、相対的に正しいタイミング関係で保たれる。

例えば、モービルステーション（移動局）Aが、サテライト1から11000km離れると共に、モービルステーションBが、11300km離れている場合に、 $300 + 300\text{ km}$ の余分なループ伝搬遅延を補償するために、サテライトBは、その送信を、サテライトから受信した信号に対して2msだけ進めている。

しかし乍ら、モービルAが第2のサテライト2から11300km離れている一方、モービルBは、第2のサテライトから11000km離れていることがある。この場合、モービルAによる送信を、2msだけ進めて、第2のサテライトから見られるように、モービルBとの同期化を確保する必要がある。明らかなように、2台の異なるサテライトにおいて、同期化を確保することは不可能であり、これらは、これらモービルが、殆んど共通に配置されるか、両方のサテライトから等しいデルタ距離（delta distance）の輪郭に沿って存在させない限り、同期化できない。

ドップラシフトに関して、サテライト1がモービルAから離間する方向に移動し、モービルBへ向って移動しているものと仮定する。このモービルAは例えば、受信信号の-1kHzのドップラシフトを受けるのに対して、モービルBは、+1kHzのドップラシフトを受ける。これは、第1サテライト1によってはじめ、以下のように、補償することが可能となる。即ち、モービルAへ送る周波数を1kHzだけ増大すると共に、モービルBに送る周波数を1kHzだけ減少させる。また、モービルAの送信周波数を1kHzだけ増加させると共にモービルBの送信周波数を1kHzだけ減少させる必要があり、この結果、これらは、干渉するための正しい相対周波数間隔をもって、サテライトに戻ってくるようになる。しかし、第2のサテライト2は、反対方向、即ち、モービルBから離間し、モー

ビルAへ向う方向へ移動している。この第2サテライトによっても、その送信周波数をはじめ補償でき、これらが両方のモービルで正しく受信できるようになる。しかし乍ら、これらモービルは、それらの送信周波数を、第1サテライトと比べて、第2サテライトに対して反対方向へ補正する必要がある。従って、明らかのように、広く離間している2つのサテライトに対して、これら両方のサテライトが正しく受信するように、それらの送信周波数をはじめ補償することは不可能であり、これは、これらモービルを共通的に配置するか、2つのサテライトに対する一定のデルタドップラ(delta Doppler)のラインに沿って存在させない限り不可能である。

開示の概要

本発明の目的は、FDMAシステムにおいて、隣接した周波数を利用して、モービルステーションも、位置的に隣接し得るための方法を提供することである。また、他の目的としては、TDMAキャリア周波数上で隣接したタイムスロットを利用して、モービルステーションを、位置的に隣接し得るための方法を提供することである。この構成は、少なくとも以下のマッピング限定の下での実施例において実現できる。即ち、一次元時間または周波数軸を、サテライトによって提供された地球上の二次元表面にマッピングする限定である。また、本発明の他の実施例によれば、二次元時間-周波数平面を、二次元トライックサービスエリアにマッピングする。

本発明の一実施例によれば、時分割マルチプレックス処理信号を送信する、複数のサテライトを利用して、複数の地上端末と通信する方法が開示される。最初に、第1サテライトは、TDMAフレーム期間中の第1数のタイムスロットを利用して、第1グループの地上端末まで送信する。更に、この第1サテライトおよび第2サテライトは、このTDMAフレーム期間中の第2数のタイムスロットを利用して、第2グループの地上端末へ、交互のTDMフレームで送信する。最後に、この第2サテライトは、TDMAフレーム期間中の第3数のタイムスロットを利用して、第3グループの地上端末へ送信する。

また、本発明の他の実施例によれば、複数の軌道サテライトを経て通信するのに適した地上端末手段が開示されている。この地上端末手段には、サテライトか

ら TDMA タイムスロットで送信された信号を受信すると共に、この信号を、増幅、フィルタ処理し、更に処理のために数的形態に変換する受信機手段が具備されている。この受信機手段を適合させるために、タイミング手段を設け、これによって、予じめ決められたパターンに従って、複数のサテライトの各々から、循環的に、TDMA タイムスロットを受信する。更に、数的処理手段を設けて、異なったサテライトから受信した変換信号を、信号フェージング効果を減少させるように処理する。

本発明の一態様によれば、TDMA タイムスロットを、2台のサテライトへの一定デルタ・レンジのラインに沿って、モービルに分配する一方、周波数を、一定デルタ・ドップラのラインに沿って、モービルに分配することによって、上述した種々の問題を解決している。

図面の簡単な説明

本発明のこれら、および他の特徴ならびに利点は、以下に記載の説明を、以下の図面を参照することによって、当業者であれば容易に理解し得るものである。

第1図は、1つのキャリアのサテライト受信ビームのスキャンパターンを示し、これによってデルタタイミングエラーを最小化するものである。

第2図は、16個のアップリンクキャリア周波数の1つにおける8個のタイムスロットのグループの配置を表わし、これによってデルタドップラエラーを最小化するものである。

第3図は、8個のタイムスロットを、各々有する16個のアップリンク周波数の5個の配置を表わす。

第4図は、本発明の一実施例による他のビームパターンを表わす。

第5図は、本発明の一実施例による5セルリューズ(再使用)パターンを表わす。

第6図は、ビームパターンの変形例を示し、ここでは、一実施例によれば、対応するダウンリンクタイムスロットが空間的に隣接している。

第7図は、8タイムスロット TDMA 用のアップリンクスロット構成を表わす。

第8図は、2つのサテライトで受信すべき信号間のガードタイムを最長化する

ための最適タイミングを表わす。

第9図は、東方および西方水平線上のサテライトに必要なガードタイムを表わす。

第10図は、南北サテライト配列に要求されるタイミングを表わす。

第11図は、本発明の一実施例によるサテライトダイバーシティ用の地上局を表わす。

第12図は、複数のサテライトを経由して受信するためのモービルターミナル（移動端末）を表わす。

詳細な開示

米国特許出願第08/179953には、地上基地式セルラーシステムおよびサテライト（衛星）通信システムが記載されており、これらシステムでは、隣接したセルで同じスペクトルのリユース（再使用）を行なっており、このリユースは、異なったチャネルに対して、基地局／サテライトアンテナ放射パターンによって与えられるサービスエリアのイルミネーションを空間的に交替させることによって行われる。このサテライトの場合、代表的なアンテナパターンは、1000kmの直径を有することが可能であると共に、ビームの中心からこのビームの端部まで-4dBゲイン変化を有することができる。チャネル1および2をそれぞれ利用した2つのポータブルステーションがこの1000kmサークル内の何れかの位置に存在している場合に、これらポータブルステーションからサテライトまでの伝搬遅延に、±3.3msの差が存在する可能性があり、このサテライトは、水平線近傍の低い仰角を有しており、また、このサテライトが頭上に存在する場合には、最大値となる異なったドップラーシフトを有している。チャネル1および2間に十分なガードタイムまたは十分な周波数ガードスペースを設けて、2個またはそれ以上の異なるサテライトにおける時間または周波数におけるオーバーラップを回避する場合には、この通信システムは、利用可能なスペクトルを十分に利用できない問題を包含する。上述の米国特許出願に記載されている発明によれば、これらチャネル1、2は、アンテナビームの-4dB輪郭中の任意の場所では利用されない。100チャネルを分配して利用できる例では、例えば、チャネ

ル1の利用は、1000kmサークル(円)の北東1%の極地に限定され、チャネル2は、この第1チャネルのエリアの東に真近な隣りの1%エリアに限定され、

チャネル3は、この東に限定される等の、 10×10 の網目内で限定され、最後のチャネル100は、このエリアの東南の1%で利用される。これら1%エリアの各々は、約100kmサークルである。従って、隣接チャネルを利用してポートブルステーション間における位置の差は、2個またはそれ以上の異なるサテライトにおける隣接チャネル信号のオーバーラップを防止するのに必要な時間または周波数ガードバンドと同一基準の減縮を有する、10のファクタで減少する。

以下、80個のキャリア(搬送波)周波数上で8個のタイムスロットを有するTDMA/FDMA併合システムの例について考慮する。 $-4, 5\text{ dB}$ フートアントラント(footprint)のアンテナビームに、ほぼ等しいサイズを有する各エリア内で合計640チャネルの利用について、第1図を参照し乍ら以下説明する。これは、单一キャリアの8個のタイムスロットの空間分布を表わす。この分布によって、隣接位置に隣接タイムスロットが慎重に配置される結果、2つまたはそれ以上のサテライトに隣接したタイムスロットを使用して、2台のポートブルステーション(携帯局)からの微分遅延を最小化できる。この結果、干渉性オーバーラップを防止するためにバースト間で必要なガードタイムを最小化できる。

第1図に示したパターンは、ビームセンタを各タイムスロットに対して、電子的に再度ステアリング処理することによって得られる。前述の特許出願に記載されているように、このことは、サテライトのマルチエレメントアンテナによって連結された信号をグランド処理することによって、好適に実行される。

このパターンの形状は、厳密に付与させる必要はない。例えば、以下の条件の下では、タイムスロット1を、底部の左側の隅の位置に等しく採用することが可能となる。即ち、この条件とは、この位置に、ポートブルステーションが存在していること、および、どの程度ガードタイムを設定するか、ならびにサテライトダイバーシティ受信が利用されているか、およびこれらサテライトの相対的な位置に依存して、マイクロセル位置を移動させる大きな範度が存在する場合である

。これらサテライトが反対の水平線上に存在していない場合には、相対的遅延は少ないものであり、この結果として、これらマイクロセルを移動させるためのより多くの自由度が存在している。また、これらマイクロセルを、2つのサテライトを含む面と垂直に常に常時移動させることができ、これは、2つのサテライト間の一

定の相対遅延の双曲線に沿ったもので、必要に応じて、ポータブルステーションの送信機タイミングを調整して、正しい相対遅延を、他の送信機に対して維持している。

第2図は、16個の異なるキャリア上の8個のタイムスロットのグループによって、如何にして、16個の周波数を利用して、 4×4 パターンを構成できるかを表わしている。このことは、以下のようにして構成できる。即ち、隣接した周波数を、隣接したグループで利用し、この結果として、サテライトが通常、頭上に存在する場合に、最悪状態となる相対ドップラエラーに対する感度を最小化することにより実行できる。

また、第3図は、8個のタイムスロット \times 16個のキャリア周波数の、5個から成るこのようなグループの配列を、依然として、大きなスケールで表わしており、これによって640個のセルのパターンを構成する。周波数1、17、33、49、65を利用したグループにハイライトが照れられ、5グループ分布が表示されている。合計640セルの分布は、現在、サテライトアンテナビームの正規の-4、5dB輪郭程度のものである。最後に、第3図と同様に、多数の境を接するエリアが、サテライトマルチビームアンテナ能力を利用することによって確立され、この結果、アンテナパターン輪郭の-4、5dB直径（フートプリントサイズ-footprint size）と等しい空間分離を有するタイムスロット／周波数コンピネーションの640チャネルの全体のリユース（再利用）できる。代表的に、そのようなサテライトは、例えば、19、37、61、91または127のような多数のフートプリントを確立するためのアンテナ手段を有している。これらは、六角形パターンに構成できるフートプリントの数を表わしている。例えば、これらフートプリントの数が37に等しい場合には、上述した方法によって得られ

た全体のチャネルキャパシティ（容量）は、 37×640 チャネルとなる。

前述した出願において表わしているように、ビームフートプリントの $-4, -5$ dB輪郭において接触するようにこれらビームフートプリントをアレンジすることによって、発明による信号処理と協働して、最悪ケースのシナリオでは、最大のアンテナゲインが提供され、隣接ビームからの共通チャネル干渉に対して、良好な識別が与えられる。隣接しているフートプリントからの、第3図に示したタイ

プのパターンが合わさる場合、周波数 $f_1, f_{17}, f_{33}, f_{49}, f_{65}$ によって、5セルリュースパターンが構成される。

$i^2 + i j + j^2$ (ここで、 i, j は整数) に等しい多數のセルを採用した、あるリュースパターンを有することによって、共通チャネル干渉は、全て互いに、等距離であると共に、6つの、等距離の共通チャネル干渉のリングによって、六角形の頂点を構成する。

5セルパターンは、上記数値シリーズではなく、この代りに、第5図に示したように、梢円形の上に存在する共通チャネル干渉を有している。

第5図は、異なったセルまたはビームにおいて、数1～5によって表わされた5個の周波数の再使用を表わす。周波数1を利用したセルに陰影を与えて、同一周波数の利用法のパターンを強調している。この六角形パターンが僅かに平坦になって、5セルパターンの場合に梢円形形状を呈することが理解できる。これは以下の理由によって、重大な欠点とはならない。即ち、全体の干渉は、何れの場合でも、少なくとも、6つの近接した干渉物の合計であるからである。また、或る干渉物が、他の干渉物より近接している場合には、干渉の合計は、これら干渉物のすべてが、平均半径に存在している場合に類似している。しかし乍ら、高次のリュースパターンは、このような梢円形形状の2つのリュースパターンと、直角におけるこれらの主軸および従軸とを組合せて構成でき、これによって、更に均一なスペースを有するパターンが得られる。従って、 5×5 セルパターン (25セルパターン) は、等距離干渉物を与える数値シリーズに再度入るようになる。

ここで、第3図に示したセルのスペースは、すでに、左頂部から右底部に通じる従軸および右頂部から左底部に通じる主軸を有する不均一なものであることが

わかる。従って、ほぼ均一な共通チャネル干渉物スペースを得るために、この構円率に対して垂直な5セルリュースパターンの構円率をアレンジすることが可能となる。6.4.1および6.4.3セルパターンは、 $i^2 + i j + j^2$ によって記述されたシリーズ中に存在すると共に、6.4.0はこれら理想の数に極めて近接しているために、ほぼ均一なリューススペースが、すべての趣旨および目的に対して、分布するための6.4.0チャネルで達成できる。

第4図は、16個のアップリンクキャリア毎から僅か15個のみ利用した、セ

ルバターンの変形例を示す。このアップリンク上の16番目のキャリア毎の8個のタイムスロットの全部が、ダウンリンク上の5個のキャリアの各キャリア上の128個のタイムスロットの内の16番目のタイムスロットに対応している。後者のタイムスロットは、ページング（呼出用）スロットであり、これらページングスロットを、ポータブルステーションに対するネットワークコールに用いる。前者のタイムスロットは、ポータブルステーションによる付勢コールまたはネットワークコールに応答する、対応するランダムアクセスチャネルになる。これらランダムアクセスチャネルは、パターンには、特に含まれていないと共に、余りプラン処理されていないグリッド上で利用できる。その理由は、コールセットアップ通信がいずれの場合においても、競争ベースで起るからである。種々のランダムアクセス周波数が適切に利用されている隣接のエリアが、第4図に表わされている。隣接した周波数の近傍にての利用によって、相対的ドップラエラーを最小化する。ダウンリンク上のページングチャネルとして利用した128個のタイムスロット当り8個のタイムスロットが、アップリンク上の8個のタイムスロット（第1図で示したように）に相当する。ページングスロット中に向ったエネルギーは、同一パターンに従わせる必要性は無い。その理由は、異なったデルタタイミング（delta timing）の考察がダウンリンクダイバーシティ用に適用されるからである（後述する）。

各々が128個のタイムスロット広帯域T D M Aを搬送する5個のダウンリンクキャリアは、第3図に示した5個のアップリンク周波数グループまたは、第4図に示した15個のキャリアの5個のグループに対応している。従って、5個の

ダウンリンクキャリアが、アップリンクについて説明したように、対応する5セルリュースパターン中に配置される。

上述の手段によって、例えば、第1図のタイムスロット9および6のような、同一アップリンクキャリア周波数上の隣接のタイムスロットが、640の平方根によって割った全体のビームフートフリント直径と等価な距離によって、空間的に分離されている。このことは、コールセットアップ時に、その地理学上の位置に依存して、ポータブルステーションと通信する周波数／タイムスロット組合せを許可することによって達成される。即ち、ポータブルステーションを、第4図

に示した利用パターンに従って存在する処に近接した周波数／タイムスロットを許可することによって達成される。異なる周波数／タイムスロットの組合せを、どの程度、近接させて利用できるかには制限が無く、目的としては、同一キャリア周波数上の時間における隣接のタイムスロットが、空間的に余り離れて使用されないように確保することであり、伝搬時間差によって同期化が困難となってしまう。従って、特定のサブエリアにおける呼出密度には、何ら上限値が課せられない。

上述の方法を利用することによって、以下の条件の下では、同時に観察可能なすべてのサテライトにおいてオーバーラップしないタイムスロットが達成できる。即ち、複数のポータブルステーションは、第1図のタイプのエリアの1つのエリアの鉛直上に存在するように見えるサテライトにおいて受信するための異なるタイムスロットでの送信が同期している場合である。従って、実際に、サテライトが東方の水平線上に存在する場合、タイムスロット5は、タイムスロット6に対して約40km(133μS)だけ遅延して受信されるようになると共に、その結果、タイムスロット5および6間の133μSがガードバンドによって、オーバーラップを回避する。同様に、サテライトが、西方の水平線上に存在している場合に、タイムスロット8が、これの左側のタイムスロット1に対して133μSだけ遅延して受信され、従って、このタイムスロット8およびタイムスロット1の再生起間の133μSガードタイムによって、この場合においても、オーバーラップを防止している。タイムスロット7および8は、互いに南北に、空間

的に放射され、この結果、この場合、ガードタイムにより、オーバーラップに対して保護される。この時、サテライトは、南方の水平線上に存在している。

サテライトが存在可能な方向にバイアスが存在する場合、例えば、北方の緯度から南方向のみ見られる赤道上のサテライトを利用する場合に、勿論、タイムスロットの空間的なレイアウトを別に最適化することができる。この場合、タイムスロットの直線的な南北分布によって、主として、南方方向に存在しているサテライトに対する伝搬遅延差を最小化するようになる。また、一定の微分時間遅延の双曲線に沿ったタイムスロットを、2つのサテライトに分配することもできると共に、キリア周波数の利用を鉛直線に沿って分配することもできる。従って、

80個の周波数の各々の20msフレームを、2.5msタイムスロットに分割している8-タイムスロットシステムによって、ポータブルステーションから、2.5msスロットの内の2.366msに対して送信できるようになり、この時間の残余の部分を、ガードタイムとして保存する。この時間を僅か増加させることによって、以下のような利点が得られる。即ち、タイムスロット分配によって、80kmまで離間して移動通信でき、同一キャリア上の隣接のタイムスロットを使用でき、このキャリアを、他のキャリア上の8個のタイムスロットによって最初に予定した隣接エリアにおいて、予備のキャバシティを与えることができるためである。更に、スペクトルのコントロールの目的のため、パワーアップまたはダウンランビング(ramping)と、このガードタイムとを組合せることができるためである。その理由は、バーストのこのセクションは、何らの情報を報道しないからである。

上述した技術によって、観察可能なすべてのサテライトによって、非重複状態の下で、すべてのポータブル(移動)伝送を受信可能となる。これら信号は、1局またはそれ以上の地上局まで、これらサテライトによって中継されると共に、各地上局において、2台またはそれ以上のサテライトによって中継された同一のポータブル信号を、例えば、選択ダイバーシティのような好適なダイバーシティ組合せ技術または最適比組合せ技術を利用して、組合せることができる。2台の

サテライトによって、等品質の同一信号を受信すると共に、それを中継する場合に、3 dBのゲイン（利得）が得られるようになる。この信号が、これら2台のサテライトにおいて、非相関的状態の下でフェージングした場合に、3 dBを超えるゲインが、この技術によって得ることができる。

第11図は、3 dBダイバーシティ利益を得る目的のために、少なくとも2台のサテライトと通信を行なう地上局を表わしている。2つの地上局受信機100および101は、ステアリング（回転）動作可能な皿状アンテナと、低雑音増幅器と、フィーダーリンクダウンコンバータとを有して、合成信号S1とS2とS2とを発生し、これら合成信号S1とS2とを、ダイバーシティプロセッサ102へ送給する。これら信号S1, S2の各々は、サテライトのアンテナアレイのビーム、

即ち、エレメント毎に受信するような異なった周波数およびタイムスロットを利用した、多くのモービル（移動）送信の合計を表わしている。この表示を、例えば米国特許出願番号08/179,953, 08/225,389、および08/225,399に記載されているように、各アンテナエレメントによって受信した信号のアナログ時分割多重化から構成することもできる。これらの特許出願は、ここで引用することにより本明細書の一部として援用する。従って、ダイバーシティ信号処理ユニット102には、アナログTDMストリームをデマルチブレックス処理するための構成、TDMサンプルを分離するためのアナログ／ディジタル変換するための構成、デジタルアレイ処理のための構成を設けることができ、これによって、有効な受信ビームを形成し、これら受信ビームによって、地球上の異なった方向、または位置から、サテライトで受信した信号を識別する。次に、ダイバーシティ処理は、地球上の同一位置から、2台のサテライトで受信した信号を合成に進行する。換言すれば、これら信号は、同一のモービル（移動）ユニットから受信したもので、その周波数およびタイムスロット割当て、ならびにその到来方向によって証明されるようになる。到来方向（DOA）を利用して、前述したリユースパターンに従って、同一周波数およびタイムスロットを採用しているモービル間を識別する。

各モービル信号用のダイバーシティ合成器は、多種の形態を取ることができる。コヒーレントコンバイナと称される第1の形態によって、各サテライバス用に分離しているモービルから受信したT D M A バーストの位相および振幅を、送信中に包含されている既知のシンボルパターン（シンクワード：syncword）との相関性によって予測する。このシンクワードを、T D M A バーストの中央に配置することもできる。次に、2台のサテライトを経て受信した対応のサンプルを、正確な位相シフトおよび振幅重み付けで組合せて、既知の従来例に従って、最適に復調された信号品質を得ることができ、これは、シンクワードに近接した信号サンプルで開始している。次に、サンプルを合成、復調、ならびにデコードして、シンクワードから外方へ移動し、他方、信号の振幅および位相の予測値を更新して、バーストを超えた振幅および位相ドリフトが起った場合にも最適の合成が維持できるようとする。理想的には、コード化データを、以下の手法によってインター

リープ処理する。即ち、交互にコード化したビットを2つの隣接したバースト中に配列すると共に、シンクワードの右側および左側を交替させることによる。このことによって、米国特許出願No. 08/305,787に記載されているように、同時復調およびデコーディングの技術を有効に採用できるようになる。上記出願もここに引用することにより本願明細書の一部として援用する。

この代りに、各サテライトを経て受信した信号を、例えばチャネルトラッキングイコライザを利用して、別々に復調することもできる。更に、詳細な好適復調器が、米国特許出願No. 08/218,236、07/965,848、07/894,933およびスエーデン特許第_____C4838（これらのすべてをここに引用し本願明細書の一部として援用する）に開示されている。これら従来技術は、共に、以下の復調技術を教示している。即ち、所謂「柔軟な」（soft）判定の生成と共に、時間を変化させた無線チャネルを介して受信した、ディジタル的に変調した無線信号の復調技術であり、厳格な（hard）0/1の判定の代りに、データビットの「1らしさ」（one-ness）または「0らしさ」（nough-t-ness）の程度を、この柔軟な判定が表わしている。この柔軟な判定は、以下の

場合に、好適なものである。即ち、これらの判定が、加算によってダイバーシティ結合され、結合された判定を生成するような場合である。次に、これら組合せた柔軟な判定を、エラー訂正デコード中で処理する。ダイバーシティ組合せのこの形態のものを、“ポスト・ディテクション”組合せ (post-detection combination) と呼ぶ。

また、ダイバーシティ組合せの他の形態としては、各サテライトから別々に受信した信号を、復調およびエラー訂正デコード処理することである。このデコーダの出力は、例えば 20 ms のようなスピーチコーディングフレーム期間を超えたスピーチ（音声）波形を表わす。データビットのブロックより成っている。更に、スピーチデコーダによって、デコード処理したブロックを処理して、このスピーチ波形を再生する。このエラー訂正コーダには、エラー検出手段が設けられており、これによって、スピーチフレームが、1 台のサテライトから受信したように正しくデコードされているかどうか、ならびに他サテライトから受信されたものではないかを表わし、次に、正しくデコード処理したデータブロックを選択して、

スピーチデコーダに与えているかを表わしている。この形態のダイバーシティ組合せを、“ポストデコーダセレクション”と称することもできる。以上のような形態のダイバーシティ組合せは、本発明を実行するために好適な候補である。

ダイバーシティ信号処理ユニット 102 によって、約 10000 個が同時にアクティブ状態可能となるモービル信号の全体に対する、ビーム形成、復調、デコーディング、ダイバーシティ合成、およびスピーチデコーディング作用を実行する。これら信号の 1/3 は、サテライト 1 のみを介して受信可能で、1/3 は、サテライト 2 のみを介して受信可能で、従って、ダイバーシティ合成ステップが必要となる。しかし乍ら、残りの 1/3 の信号は、両方のサテライトを経て、良好な信号強度を有して受信でき、この結果として、ダイバーシティ合成ステップからの利益を受ける。このダイバーシティ信号処理ユニットは、各信号が如何に良好に各サテライトを経て受信されるかを、継続的にモニタすると共に、モービル交換機センタ (MSC) 103 に通信し、これによって、デコード処理し

たスピーチを、公衆交換回線網（PSTN）へおよびからルート付けする。このMSC103によって、モービルを、ダイナミックに再割当てして、他のサテライトによって、これを如何に良好に受信するかに従って、TDMAフレームの第1部分、最後部分、または中央部分を利用している。同時に、このモービルへの送信を、サテライト1、サテライト2、またはこれらを交互に介して、ルート付けする。

上述の説明は、アップリンク上のサテライトダイバーシティに適用されるものである。また、ダウンリンク上のサテライトダイバーシティは、この技術を変更して利用することによって、達成できる。

本発明によれば、ダウンリンクダイバーシティは、ポータブルステーション（移動局）の第2グループのみに提供されるもので、これらポータブルステーションは、ほぼ等しく良好な少なくとも2台のサテライトと通信可能である。第1のサテライトとのみ、良好なS/Nで通信可能であるポータブルステーションの第1グループを、この第1サテライトによってのみ提供する。一方、良好なS/Nで、第2のサテライトのみと通信可能なポータブルステーションの第3グループを、この第2サテライトによってのみ提供する。これら3つのグループでは、

3つの対応するグループに分割されるダウンリンクチャネルを利用している。例えば、1フレーム当たり12個のタイムスロットを有する純粋なTDMAシステムにおいて、TDMAフレームの始まり部分に位置する、第1数のタイムスロットを、第1サテライトによって利用して、ポータブルステーションの第1グループへ送信する。このフレームの終り部分に位置する、第3グループのタイムスロットを、第2サテライトによって利用して、ポータブルステーションの第3グループへ送信する。一方、第1および第3グループのタイムスロット間に位置する、第2数のタイムスロットを、交互に利用して、偶数番号のフレーム上で、例えば、第1サテライトからポータブルステーションの第2グループまで、上記タイムスロットの第1グループの先行延長部分によって送信すると共に、第2サテライトによって、奇数フレーム上で、上記タイムスロットの第3グループの後方延長部分によって送信する。従って、これら送信は、以下のように現われるよう

なる。

奇数フレーム	<table border="1"><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td></td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>.....</td><td>511</td><td></td><td>2</td></tr></table>	2	3	4	5		7	8	9	511		2
2	3	4	5		7	8	9	511		2		

偶数フレーム	<table border="1"><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td></td><td>14</td><td>....</td><td>511</td><td></td><td>2</td></tr></table>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		14	511		2
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		14	511		2		

一組のタイムスロットのガードタイムは、一方のサテライトの送信の休止と、他方のサテライトの送信の開始との間で予期されており、これは、これら2つのサテライトからすべての位置までの伝達時間を相違させることができることが可能であることが理解できる。問題は、これらのガードタイムを、どの程度大きくする必要があるか、ならびに、その結果としてのキャパシティの無駄を、如何にして、最小化できるかである。

ダイバーシティ送信を受信するためのモービルターミナル（移動端末）のプロックダイヤグラムが第12図に示されている。信号は、アンテナ200を利用して、可視サテライトのいずれかから受信する。受信した信号を、ダウンコンバータ201を使用して、適当な低周波、またはベースバンド周波数にダウンコンバートする。このダウンコンバータ201は、従来のスーパーへテロダイン、またはダブルスーパーへテロダインで構成することも、また、米国特許第5,241

702号（これもここに引用することにより本願明細書の一部として援用する）に開示されているようなホモダイン受信機で構成することもできる。この特許の開示によれば、受信信号を、無線周波数から、一対のI, Qベースバンド信号へ変換している。受信周波数における、局部発振器によって基団するDCオフセットまたは、自己干渉の問題を解決する改良策が開示されている。この改良策を実行した後、受信した複素信号のベクトルのディジタル表示が、サンプル形態で生成され、このDCオフセットを補償する。改良されたホモダイン概念には、A/Dコンバータ202が設けられている。更に、従来のスーパーへテロダインまたは、ダブルスーパーへテロダインダウンコンバータにも、米国特許第5,048,059号に記載されているような、ログポーラバラエティ(logpolar variety

) の A/D コンバータ 202 を設けることもできる。この特許の内容も、本明細書に盛込んでいる。両方法によって、受信信号を表わす複素数ストリームを発生させている。TDMA ダウンリンク送信フォーマットを採用する場合に、このストリームの一部分 (TDMA タイムスロット) によって、特定のモービルに関する情報を搬送する。割当てられたタイムスロット中に受信した数のストリームを、A/D コンバータ 202 内のバッファメモリ中に記録することができる。ここから、数ストリームを、シンクユニット 203 またはバースト復調器 204 によって処理のためにリトリープすることができる。

このシンクユニット 203 によって、相関性に基いて、バッファ処理したサンプルストリーム中の既知のシンボルパターン (シンクワード) の位置を配置することによって、タイミングコントロール信号および位相基準を発生するか、または、バースト復調器 204 に対するチャネル予測ができる。このタイミングコントロール信号によって、復調器に対して、シンクワードに相当するサンプルのバッファメモリ中での配置を規定し、これらサンプルを、マーカーとして利用して、デコーディング用に、未知のデータサンプルを配置する。バーストが同一サテライトから受信されている限りにおいては、この配置は、バーストからバーストへ急激に変化するものでない。このような非ダイバーシティケースの場合には、シンクユニット 203 は、タイミングコントロール信号の相対的に長期間で、スローな更新のみを実行する必要があり、この結果、サテライトシステムクロックお

よりモービルターミナルのローカルクロック間における差、またはサテライトの動きのために生じるあらゆるタイミングドリフトをトラッキングする。しかし乍ら、サテライトダイバーシティを利用中、例えば、2つのサテライトから交互にフレームを送信した場合に、シンクユニット 203 に対して、奇数フレームおよび偶数フレームに対する別個のタイミング予測を決定およびトラッキングすることができる。このことによって、技術的に更に困難となる処の、2つのサテライトからの送信を極めて正確に同期化させる要求を回避することができる。従って、コントロールユニット 209 によって、N-サテライトダイバー

シティを使用中であることをシンクユニット203に通知した場合に、このシンクユニット203によって、Nセバレートタイミングステータスを決定すると共に、維持し、これらステータスは、予じめ決められたサテライト送信スケジュールに従って利用される。

バースト復調器204によって、いずれのサテライトから受信したデータを処理すると共に、好適には、地上局の処理に関連して、前述したように、ソフトデシジョンを発生する。これらソフトデシジョンを、逆インターリーバ205へ送給し、この逆インターリーバ205によって、2つの連続しているバースから交互に取ると共に、シンクワードの右側および左側から交互に取ったシンボルを融合する。このインターリーブパターンは、一例にすぎず、本発明を限定する意味でない。しかし乍ら、異なったサテライトから受信したデータを融合することは望ましいものであり、この結果として、1本の不良なバス（通路）は、エラー訂正デコード206への連続した不良シンボルの阻止とはならないが、むしろ、良好および不良シンボルは、以下のように交替するようになる。即ち、デコード206は、良好なシンボルを利用して、不良なシンボルを越えることができるようになる。このような方法によって、このエラー訂正デコードは、サテライトバスフェージングまたは一時的な遮えぎりによって発生したエラーを減少させるのにより有効なものである。この一時的な遮えぎりは、例えば、通過して行くトラックによって起る。

デコーディング処理後、このデコーディング処理したデータブロック（スピーチフレーム）を、スピーチデコード207へ通過させ、これには、このデコータ

207からのエラー検出チェックによって表示されたように、不良なスピーチフレームを越えるための他の手法を組込むこともできる。最後に、再構成された、スピーチデコード207からの波形サンプルを、コンバータ208中で、D/A変換して、スピーカまたは電話機の受話器をドライブする。

場合によっては、デコード206によってデコードされたデータは、高速組合せコントロールチャネル(fast associated control channel)と称されるコントロールデータフレームである。これが検出される場合に、デコードされたメッセ

ージがコントロールユニット209に送給されて、以下のようなアクションが起る。即ち、ダイバーシティをON/OFF切換えたり、ダイバーシティスケジュールにおけるサテライトの個数Nを変化させたり、または受信機または送信機によって利用される周波数やタイムスロットを変化させる。このような動作中のチャネルへの変化は、ハンドオーバ、ハンドオフ、インターナルハンドオーバ、またはインターナルハンドオフとして知られている。

米国特許出願第08/179,954号において記載されている理由のために、2つの方向で利用されているアクセス方法が異なる場合において、アップリンクチャネルとダウンリンクチャネル間には、好適な組合せが存在している。例えば、TDMAダウンリンク中のタイムスロットを、FDMAアップリンクの周波数チャネルと組合せることができ、これによって、デュープレックス変換用のチャンネルペアが構成される。本例で考察されているケースにおいては、アップリンクおよびダウンリンクは、TDMA/FDMAハイブリッドアクセス方法であり、ここでは、前者は、キャリア周波数当り多くのタイムスロットを有する少ないキャリア周波数を有するのに対して、後者は、キャリア周波数当り少ないタイムスロットを有する多くのキャリア周波数を有している。ダウンリンク周波数／タイムスロット組合せに対して、従って、これと組合わされたアップリンク周波数／タイムスロット組合せが存在している。第1図に従って配置された1個のアップリンクキャリア上の8個のアップリンクタイムスロットは、5個のダウンリンクキャリアの1つ上の16個のタイムスロットによって離間されている128個のタイムスロットの中の8個までマッピングする。このマッピングの目的は、ポータブルステーション毎の同一送信／受信タイミングを確保することであり、

ならびに、特に、これに対応するダウンリンクタイムスロットのポータブルステーションによる受信間に、アップリンクポータブルステーションの送信が起り、これによって、このポータブルステーションにおける同時、送信／受信を回避することである。この結果として、デュープレックスに対する要求が回避される一方、双方向情報の流れが許可される。

ダウンリンクキャリア上の8個のダウンリンクタイムスロットの16個の異なるグループによって、第2図の 16×16 バターンをマッピングする。この結果、アップリンク上にf1を利用したエリアが、ダウンリンク上のタイムスロット1、17、33、49、65、81、97および113によって提供される。アップリンク上のf2を使用したエリアが、ダウンリンクタイムスロット2、18、34、50等によって提供される等となる。この結果、ダウンリンク上の隣接したタイムスロットの利用間における空間的分離は、f1エリアの中心から、

第2図のf2エリアの中心までである。換言すれば、 $\sqrt{10}$ 小さなセルの直径、または、フートプリント全体サイズの $1/\sqrt{84}$ である。例外としては、タイムスロット16を、そのアップリンク周波数として、f16を有するセル中に利用すると共に、タイムスロット17は、f1セルに再びジャンプして戻って来ることである。しかし乍ら、第4図においては、周波数f16は、ランダムアクセスチャネルとして使用すべきセルパターンからすでに移ってしまっていると共に、従って、タイムスロット16を、ダウンリンク上のページング（呼出し用）チャネルとして使用すると共に、パターンの一部分としての使用ではないものである。タイムスロット16を、更にコーディング処理されると共に、交通チャネルタイムスロットより10dB高いパワーレベルで送信して、これによって、一時的に、不適切に、配置されているポートブルステーションに到達できるようになる。正規のパワーレベルまたは増大させたパワーレベルで、タイムスロット16を送信するためのエネルギーを、ビームステアリング（回転）メカニズムによって、タイムスロット17におけるパターンを再び取る前に、パターン内の所望の位置へ向けることができる。

名目上、128個のタイムスロットの最初の半分は、サテライト1から送信されるべきものであると共に、第2の半分は、サテライト2から送信されるものと

規定する。ダウンリンクタイムスロット1、17、33、49、65、81、97および113によって、第4図においてアップリンク周波数1を利用して、セルを説明している。これらタイムスロットの最初の4つはサテライト1から受信する一方、最後の4つは、サテライト2から受信する。サテライト1によって送

信された最後のタイムスロットは、ページングスロット番号64である。このタイムスロットに先立って、タイムスロット63を、アップリンク周波数15を用いた四角形に向わせた。四角形1および15において、これら64個のタイムスロットの受信は、以下の場合において、最大値によって相対的に遅延されている。即ち、サテライトが西方の水平線（第4図の左側）上に存在すると共に、この

遅延は、 $\sqrt{17/64}$ 、即ち、フートプリントサイズの約1/2である場合で

ある。このフートプリントの直径が1000kmの場合に、この遅延は、約1.7msとなる。この相対的遅延を以下に表わす。

タイムスロット 1-64	四角形(1)で受信したように、
--------------	-----------------

タイムスロット 1-64	四角形(15)で受信したように、
--------------	------------------

> 1.7ms <

現在、サテライト2が相当するが、サテライト2の送信が時間設定されて、サテライト1の、セル1または15中の送信の終了とぴったり合っているかどうかを決定する必要がある。若し、前者の場合、更に、第2サテライトは、西方の水平線（第4図の右側）に存在している場合には、四角形15において受信したようにその送信を、相対的に、1.7msだけ進行させる。これは以下に表わしたよう、四角形1での受信と比較される。

四角形(1)で受信したように、

タイムスロット 65-128

四角形(15)で受信したように、

タイムスロット 65-128

> 1.7ms <

四角形15では、従って、2つのサテライトからの送信における3.4msのオーバーラップが存在しており、これによって、サテライト1からのタイムスロット42-64およびサテライト2からのタイムスロット65-87に悪影響を与える。これらの内、四角形15におけるポータブルステーションは、スロット47

、63、79を利用していた。しかし乍ら、時間的オーバーラップ（重複）のため、このことは、疑問である。従って、8個のタイムスロット内の3個が、四角形15内で失われ、四角形1への送信は、同期するように選択されるので、四角形1で、タイムスロットは、何も失われない。これに比例して、セル15よりセル1に近接して存在しているセルでは、殆んどタイムスロットの消失が起らない。この代り、これらサテライトが、エリアのセンタにおける四角形に対して同期するように時間設定されていた場合には、境界のセル内でのオーバーラップが1.7μSまで減少されると共に、8個の内の1～2個のタイムスロットが、或る境界セル内で失われてしまう。

このような消失を回避するために、セルパターンを、第6図に示したように、セル15と1とが隣接するように再配置する。セル15および17が、異なったダウンリンクキャリアによって提供されるように、これらセルが隣接しない場合でも問題とならない。これらのサテライトが、この図の左頂部および右底部まで在存している場合に、相対的な遅延を、フートプリントサイズの $\sqrt{8}/640$ 、

即ち、約370μSまで減らせる。ダウンリンクのタイムスロット長が156.25μSであるために、サテライト間での切換時において、3個のタイムスロットを犠牲にすることによってオーバーラップを防止できる。これら3個の内の1個のタイムスロットを、ページングスロットとすることができる。従って、120本のトラフィックチャネルの内の、4チャネル分の容量を失う最悪ケースが、2-サテライトダイバーシティを提供するために起る。このことですから、以下の方法によって回避できる。即ち、一定の相対時間遅延の双曲線に沿って、タイムスロットを、2台のサテライトに分配することである。次に、更に別の考察が、後述するように、アップリンク用の周波数およびタイムスロットの対応した分配を得るために必要となる。

ダウンリンクフレームを、サテライト1、サテライト1と2、サテライト2のそれぞれによって提供されたタイムスロットおよびサテライトステーションに対

応する3つの領域に分割する上述した方法を駆使して、このダウンリンクフレー

ムに時間的に関連したアップリンクフレームを、同様に、3つの同一領域に分割する。しかし乍ら、このアップリンクフレームは、キャリア上の、8個のダウンリンクタイムスロットに相当する8個のタイムスロットを有している。これら8個のダウンリンクタイムスロットは、128個のタイムスロットダウンリンクT DMA フォーマットで16タイムスロット毎に離間されている。このアップリンクスロット構成を、第6図に示す。

第7図では、各スロットをどの程度スロット間のランピング(ramping)およびガードタイムに対して利用しているかを表わさずに、単純に20msフレームを8個のスロットに分割している。単一のサテライトによる受信に対しては、スロット間のガードタイムを必要としない。その理由は、ポートブルステーションによって、それのトランジット(転移)時間に対して、適当なタイミングアドバンス(進行)を適用することができ、これによって、これら信号がオーバーラップしない状態でサテライトに到達するように確保される。このタイミングアドバンスは、コールセットアップにおいて、サテライトシステムによって確立され、このシステムによって、モービルにタイミングアドバンス情報を含んでいるチャネル割当てを与える。その後、このタイミングアドバンスは、ダウンリンクスロット中に含まれているビットによって指令される僅かな進行遅延調整によって正確に保持される。

しかし乍ら、タイミングアドバンスを、當時、見つけ出せるとは限らない。このタイミングアドバンスによって、モービルステーションの信号が、2つの異なるサテライトにおいて、同期状態で到着できるようになる。このようなタイミングアドバンスの探索が正確に達成できる唯一のケースは、同一のアップリンクキャリア上のアップリンクタイムスロットを利用したモービルステーションを、一定のデルターディレイ(遅延)の双曲線に沿って、2つのサテライトに分配した場合である。このような特殊のケースについて後述する。一般に、受信中のサテライトにおいて、オーバーラップを防止するために、スロット間にカードタイムを設ける必要がある。

しかし乍ら、第7図に示すように、タイムスロット1、2、3間でのオーバー

ラップは、サテライト2においては、重要なことではなく、このサテライトをこれら信号を受信するために利用しない。同様に、サテライト1におけるスロット6、7、8間のオーバーラップは、このサテライト1にとって重要でない。従って、タイムスロット1、2、3を用いたモービルを、時間的に先行させて、これらタイプスロット間にカードタイムを設定することなくサテライト1に同期して到着すると共に、タイムスロット6、7、8をサテライト2に同期させて到着させる。このことによって、タイムスロット4から3を、5から4を、6から5を、1から8を分離（第8図に示すように）するために、あらゆる利用可能なガードタイムを利用できる。

第1図に示した地上に、タイムスロットを分布するに当り、即ち、

t 5	t 6	t 7
t 4	t 1	t 8
t 3	t 2	

タイミングを、更に、最適化することができ、これは、例えば、2台のサテライトが、それぞれ、この分布における東および西に存在する場合である。従って、タイムスロット3、4、5を両方のサテライトからほぼ等距離の位置で使用するために、タイムスロット3、4、5の間には、ガードタイムが必要としなくなる。保護すべき、このサテライト配置における唯一の衝突は、タイムスロット5と6との間、および8と1との間である。従って、利用可能なガードタイムを、第9図に示したようなフォーマットにおける2つの位置に、更に集中することができる。

従って、サテライトダイバーシティ受信を採用したモービルの、正規の位置からの許容し得る偏移を増大させ乍ら、ガートタイムを、このフレーム中の8個のインタースロット位置の僅か2位置のみで利用する。

北方向および南方向の水平線上に存在するサテライトに対して、同じケースが起る。従って、タイムスロット1と8、5と6との間の衝突はこれらペア（対）が両方のサテライトから等距離であるために起らない。タイムスロット7と8との間の衝突（サテライト1における）は、このサテライト1にとって重大なもの

ではない。また、タイムスロット6と7間、および2と3間における衝突は起ら

ないと共に、いずれの場合でも、重大なものとはならない。その理由としては、これらタイムスロットは、1つのサテライトによって受信されるだけのタイムスロットであるためである。更に、サテライト2におけるタイムスロット1と2との間の衝突は、このサテライト2にとては重大なものではない。サテライトの南北配置に関する最適タイミングを、第10図に表わす。

その結果、モービルが、1台のみ、または数台のサテライトで受信しように設定されているかに従って、サテライトシステムからモービル送信のタイミングアドバンスを好適に命ぜることによって、タイミング衝突を回避するために、TDMAアップリンクフォーマットに含まれる必要のあるガートタイムを最短化できるか、または、少なくとも、このガードタイムを採用して、モービルが、大きなエリア上の何れかに存在できるような最良の効果が得られるようになる。

本発明によるタイミングコントローラの動作は、定常状態の下で最良に理解されるもので、この状態では、多くの進行中の会話が各サテライトビームにおいて生じていると共に、各エリアにおける全ての可視サテライトの最適な利用が行われている。

平均長が3分のテレフォンコール（呼出し）および10000アーランの負荷を有して、毎秒55のレートで、コールが継続して終了し、種々のビームでタイムスロット／周波数組合せを自由化する。同様に、周波数／タイムスロットの割当て確立を要求して、毎秒55回のコールを作動させる。2台のサテライトが可視状態の場合では、本発明によって、サテライトAまたはB、または両方によって、新しいコールが提供されるかを決定する。最良のサテライト、またはサテライト組合せの割当ては、第1段階である。その後、同一のアップリンク周波数上の隣接したタイムスロットを利用して、アップリンクタイムスロットが、他の前進の会話とタイムスロットとオーバーラップするのを回避させることに関して、割当てられる。このことが、本発明のタイミングコントローラの機能である。

このタイミングコントローラによって、自由なタイムスロットと周波数との組合せの各々の適性を分析する。このリストを作成するために用いられる基準は以

下の通りである。即ち、同一の周波数／タイムスロット組合せは、モービル位置の0.75ビーム直径以内で、すでに使用中であってはならず、ここで、このビーム半径は、例えば、ビームピークに関して、ビームエッジ上の-4.5dB下降ポイント間の距離として規定する。この基準を用いて、隣接ビーム内の同一チャネルの他のユーザからの共通チャネル干渉のレベルを、受認可能な程度に低くすることを保証するが、これは、一例であり、本発明を限定する意味ではない。他のビームからの共通チャネル干渉を回避するための余分な基準は、アンテナビームの形状、配向およびサイドロープパターンに依存している。

ビーム形状に関する情報およびビームセンタの絶対座標は、サテライトトラッキング／ビーム形成システムを介して知ることができると共に、モービルの位置の予測と組合せられ、このモービルは、C/I基準を満たしているチャネルを選択するためのコールを要求する。新たなコールを接続するためのモービルの位置に関する情報を、ランダムアクセスチャネル上で受信したモービル信号用の各アンテナエレメントに対して、測定した相關係数の形態で得ることができる。

このチャネルコントローラによって、リスト中のチャネルを以下のように2つの方法の1方法で分析する：即ち、

1. 単一のサテライト動作、または、
2. 2-サテライトダイバーシティ動作であり、

サテライトA、BまたはAとBの両方を介して決定される動作を実行するかどうかに従って、分析する。サテライトAまたはBの一方のみがコールを提供するために選択された場合に、この第1方法を利用する。

このリスト中の自由なタイムスロットを保有する第1アップリンクキャリアを、最初に分析する。サテライトA、B、または両方で利用できるか、または利用しないキャリア当り8個のタイムスロットを保有して、原理上、このキャリアステータスは、6553個の状態の1つである。不使用の状態に対してA、B、Uで表わし、またダイバーシティに対してDで表わすと、代表的な状態を以下のように記述する。

A A U D D U B B OR D A A A D B B B OR A A A D B B D

或るいくつかの状態は存在しない。例えば、A B A D D B A B は存在しない。その理由は、T D M A フレームは、右側で A により、左側で B により、また中央で D により分割されるか、またはその逆に分割され A や B によってインターリー

ブされないからである。また、アップリンクおよびダウンリンクの両者において、他のダイバーシティフォーマットを採用することもでき、その場合は、フレームを左側および右側でダイバーシティ動作に、また中央で单一のサテライト動作に分割すること、例えば D D U A A U D D または D D B B B B U D のように分割することが考えられる。しかし、この場合、サテライト A または B 用のみの単一サテライト動作領域が提供されるが、これは、以下のように有用なものでない。即ち、両方のサテライトをイルミネートしている領域においても、或るモービルは、サテライト A のみを好むと共に、他のモービルは、サテライト B のみを好みそうであるからである。

また、A U A D D B U B のような状態が存在するようである。これは、タイミングコントローラは、すでに、D 領域から第 2 A を移動させるために探索しており、これによって、一方のサテライト A に同期しているモービルと、両方 (D) に同期化しようとしているモービルとの間でのタイミングの不一致を回避するためである。従って、D A A A D B B B は、好適な構成であり、ここでは、未使用の場合には、A、B、または D スロットのいずれかを、U によって表わすこともできる。フレームの反復性特性に関して、実際には、以下の順序となる。

D A A A D B B B D A A A D B B B D A A A D B B B ... etc.

また、互いに隣合う B A のようなシーケンスを、有することは不所望なことであり、これは、B と同期化させるに当り、B-モービルの信号が A に遅く到来し、後続するタイムスロットにおいて A-モービルの信号と衝突する可能性があるからである。しかし乍ら、A サテライトが B サテライトより B-モービルに近い場合には、この B-モービルの信号が A に早く到来すると共に、A-モービルタイムスロット中に遅延しない。しかし乍ら、残念なことに、常に確かなことではないが、モービルは、それに最も近いサテライトを経由して作動することが好ましく、且つ、決して、遠方のサテライトを介して作動しないものである。この結

果として、Bモービルの送信は、時間的に、少し進めて、次のフレームの開始において、Aモービルの送信がオーバーラップしないようにする必要がある。

同様に、Aモービルの送信を、同一理由によって、僅か遅延させることが可能で、この結果として、両者によって、タイミング規制を達成する役目を、等しく分担するようになる。しかし乍ら、これによって、AAのものをDDのものに向って移動させ、これらの間の未使用のタイムスロットに近接させる。例えば、以下の場合に、例外が発生する。即ち、屋内のモービルでは、低い仰角で、窓を通して、観察できるサテライトと通信しようとするもので、頭上に存在し、屋根によって遮蔽されたサテライトと通信するより、むしろ、上記サテライトを通信する。

前述したように、タイミング衝突を解決するために、フレーム内で利用可能なガードタイムの量には制限が存在しており、タイミングコントローラの役目は、このガードタイムを、最も必要としている場所に配置することによって、これを如何に有効に利用するかを決定することである。完全に装荷されたフレーム内のガードタイムの位置は、以下のフレーム構造において、値 t_1 、 t_2 、 t_3 で表わされ、これは、好適な構成を意味するのではなく、一例として利用される。

B A1 A2 A3 t1 D1 D2 t2 B1 B2 B3 t3 A1 A2 A3 t1 D1 D2 t2 B1 B2 B3 t3 ...

1台のサテライト (A) のみによって受信希望される、A1、A2、A3のようなモービル間では、ガードタイムは必要ないものであり、このようなモービルは、サテライト Aにおいて、当接するタイムスロットにおいて受信するために時間設定された送信を保有していると共に、サテライト Bにおける受信がオーバーラップしても、重大なことはならない。実際には、サテライト Bにおけるモービル A1、A2、A3 のオーバーラップした受信は好ましいものであり、これは、オーバーラップ受信によって T D M A フレームのパーセンテージを短縮するからであり、ここで、これらモービルは、サテライト B で占有し、その結果、この T D M A フレームによって、より長いガードタイム (t_1 , t_3) が得られることによって、サテライト Bにおいて、モービル B3 または D1 とオーバーラップしないようになる。例えば、ジョイントデモジュレーション (joint demodulation)

on) のような、最新の高性能な信号処理技術を、地上局において実行して、例えば、部分的にオーバーラップしているタイムスロットを良好にデコードできると共に、このような処理を、バースト中の既知のシンク（同期）シンボルの正しい配置(judicious placement)によって支援することができる。下層に

存在する微弱な信号の復調に先立って行われる減算に最初に追従した、最強のオーバーラップ信号の復調技術もまた、米国特許第5, 151, 919号に記載されているように、利用できる。この米国特許もここに引用し、本願明細書の一部として援用する。従って、このタイミングコントローラの目的は、この部分的なタイムスロットのオーバーラップを回避することであるが、このような部分的なオーバーラップは、大きな修事とはならない。

従って、本発明によるタイミングコントローラによって、例えば A1、A2、A3 のようなモービルと一緒にパッキングするために探索する。これらモービルは、原則として、サテライト A のによって、このサテライト A においてオーバーラップ無しで、最小時間占有すると共に、サテライト B において、オーバーラップとは無関係に最小のタイムスパンを占有するように受信されるものである。原理上、このことは、コントローラが、新しいコールを接続するための利用可能な空のタイムスロットを評価する時に、コールのセットアップ時に、実行されるものであり、また、このことは、利益が存在する場合には、すでに割当てられたタイムスロットを再度、シャフル処理する動作が伴う。その後、このタイミングパッキングは、ダイナミックタイム整列メカニズムによって維持され、この結果、コール中に、モービルは、サテライトネットワークからのコマンドを受信して、タイミング受信に対する送信タイミングを、進ませるか、または遅らせる。

ここで、最新のタイムスロットの割当をもって、アップリンク周波数の、タイミングコントローラによる評価について考察すると以下のようになる。

t1 A1 A2 U D1 D2 2 B1 B2 B3 t1 A1 A2 U D1 D2 ...

タイミングコントローラによって、以下のように、A1とA2とを一緒にパッキング処理している。即ち、A1とB3との間のガートタイム t_1 を、丁度適切にすることによって、A1が、サテライト B において、B3とオーバーラップしな

いように確保し、この結果として、未使用のスロットUの幅を最大にする。サテライトBにおいて、A1とA2とはオーバーラップし、その結果、2つのスロット以下のスロットを占有する。もし、これらA1、A2とがオーバーラップしなかった場合には、コントローラによって予じめ、または、新たに、スロットA1、

A2へのモービルの割当てを逆にして、これを達成する。これらの動作は、サテライトA、Bへのモービル信号の伝搬時間における差の決定を利用して、コントローラによって実行される。

例えば、モービル信号AのサテライトAへの伝搬時間を3.5msであり、ならびにサテライトBへの伝搬時間を3.8msである場合に、サテライトBに対する+3msのデルタディレイ(遅延)が存在している。また、A2からサテライトAへの伝搬時間を3.5、1msとし、A2からサテライトBへの伝搬時間を3.8、2msとした場合に、モービルA2に対するデルタディレイは、3、1msとなる、次に、同じ時間軸において、これらサテライトで受信した信号は以下のようである。

Aでは、

t1	A1	A2	U	D1	D2	t2	B1	B2	B3	t1
<->	<--->	<--->	<--->	<--->	<--->	<--->	<--->	<--->	<--->	<->	

Bでは、

A1	A2	U	D1	D2	B1	B2	B3	...
<--->	<--->	<--->	<--->	<--->	<--->	<--->	<--->	
<->	<->							
3ms	0.1ms							

また、A1+A2は、サテライトBにおいての2つのタイムスロットより大きなフレーム部分を占有することが理解でき、これは、これらの間の0、1msのギャップによる開放のためである。このことによって、未使用のスロットU(サテライトBにおける)を閉鎖することができるので、この結果、第3信号A3は、A2またはD1とオーバーラップしないでサテライトBから見えるように取容することができない。D(ダイバシティ)モービルが、2つのサテライトで正しく受信されるので、オーバーラップD1が回避される。しかし乍ら、Aモービル信

号の、Bでのオーバーラップは、重大なものでない。その理由は、これら信号は、Aでのみ受信されるものであるからである。

従って、コントローラは、A1とA2との割当を入れ替るために探索するので、より大きなデルタディレイを有するモービルを先のスロットに割当てると、以下の結果が得られる。

Aでは、

t1	A2	A1	U	D1	D2	t2	B1	B2	B3	t1
<->	<--->	<--->	<--->	<-...->	<-...->	<->	<--->	<--->	<--->	<->	

Bでは、

A2	A1	U	D1	D2	B1	B2	B3	...
<->	<->	<---->	<-...->	<-...->	<->	<--->	<--->	
3.1ms	3ms							

ここで、記号“!”は、A2とA1バーストとの間の0.1msのオーバラップを表わす。この方法において、Bにおける未使用のスロットUを、0.1msまで閉鎖する代りに、0.1msまで開放する。

今、第3モービル信号A3のサテライトAに対する伝搬遅延を3.4.9ms、およびサテライトBに対して、3.8.3msと仮定する。この信号A3を、未使用的タイムスロットUに配置すると共に、サテライトAにおいて、A2、A1と接続するように、時間制御すると、サテライトBにおいて、A1とA3との間で0.4msのギャップが存在するようになる。

即ち、

Aでは、

t1	A2	A1	A3	D1	D2	t2	B1	B2	B3	t1
<->	<--->	<--->	<--->	<-...->	<-...->	<->	<--->	<--->	<--->	<->	

Bでは、

A2	A1	A3	D1	D2	B1	B2	B3	...
<->	<->	<---->	<-...->	<-...->	<->	<--->	<--->	
3.1ms	3.4ms							

ここで、記号“!”は、サテライトBにおけるA3とD1との間の衝突を表わしている。

この結果として、更に好適な状態は、A3 A2 A1の順に対して以下のようになる。

Aでは、

$$\begin{array}{ccccccccccccc} t1 & A3 & A2 & A1 & D1 & D2 & t2 & B1 & B2 & B3 & t1 & \dots \\ <-><--><---><---><---><---><---><---!---!---><-> \end{array}$$

Bでは、

$$\begin{array}{ccccccccccccc} A3 & A2 & A1 & D1 & D2 & B1 & B2 & B3 & \dots \\ <---!---!---> & <---><---><---><---><---> & . \\ <-> & <-> & . \\ 3.4mS & 3mS \end{array}$$

ここで、記号“!”は、サテライトBにおける、A3、A2、A1間のオーバーラップを表わすと共に、以下のように予測される。即ち、タイミングコントローラを、同様にアレンジして、B-モービルが、サテライトBで当接すると共に、サテライトAでオーバーラップするようにして、ガートタイムt1とt2に対するスペースを開放するようとする。

その結果、サテライトBで受信する必要のない信号のモービルA1、A2、A3は、サテライトBにおいて十分にオーバーラップして、TDMAフレームにおける最小限度の量を占有するようになる。同様に、モービルB1、B2、B3をタイムスロットに割当てるので、それらのバーストは、サテライトAでオーバーラップするが、サテライトBでオーバーラップしないようになる。

本発明のタイミングコントローラを、このことを達成するために採用するシステム手法は、所望のサテライトに対する伝搬遅延よりも不所望のサテライトに対する伝搬遅延について降順に、モービルをタイムスロットに割り当てることである。即ち、サテライトAに対する最大の伝搬遅延増加を超過するサテライトBに対する最大の伝搬遅延増加をもつサテライトAが、フレームのA部分に最初に配置される。

同様に、サテライトBによる単独の受信用のモービルを、フレームのB部分において、Aを越えてBまでのデルタ伝搬時間の増加の減少順序で順番付けられる。フレームの完全に満たされたA部分におけるモービルによって、Bにおけるそれらのタイムスロット幅の合計より少ないものを占有するので、BにおけるフレームのA部分とD部分との間ならびに、このフレームのB部分と、後続のA部分との間のガートタイム用のマージン（余裕）が得られるようになる。同様に、フレ

ームの完全に満たされたB部分におけるBモービルが、Aにおいてそれらのタイムスロットの合計より少な時間を占有して受信されるので、サテライトAにおけるフレームのB部分とD部分との間、およびサテライトAにおけるフレームのB部分とA部分との間のガートタイム用のマージンが得られるようになる。

前述した最適方法において、新しいコールを適合させるために、会話をタイムスロットへの現在の割当てを再度、シャフル処理するより、むしろ、このタイミングコントローラによって、最初、新らしいモービルが、シャフリング処理することなく、正しい減少するデルタ時間順序で、利用可能なスロットにフィットするかどうかを評価することができる。従って、許可されたリスト中の各アップリンクキャリア周波数をテストし、空のスロットの何れかがデルタ時間基準に合致しているかどうかを調べる。合致していないければ、あるキャリア上の現存の“A”コールを、スロットチェンジコマンドまたはタイミングアドバンスコントロール信号、またはこれらの両方を有して発生させて、タイムスロット割当てをシャフル処理して、この新たなコールに対して利用可能な最適位置を作る。この新しいコール用に選んだキャリアは、同一キャリアを用いて、他のセルからの最低の共通チャネル干渉を有したものである。この代りに、ドルーコストファンクション(dollar-cost functions)に基づいた適合チャネル割当てスキームを、スエーデン国特許出願第9301695-4に記載されているように、利用することができ、共通チャネル干渉および必要なタイミングの再シャフル処理量の両方に基いて、重み付け決定を行なう。このスエーデン国特許を、その全体に、参考として、盛込んでいる。

所定のキャリア上の空のタイムスロットにおける共通チャネル干渉を決定するために、チャネル割当てアルゴリズムによって、グランドベース式ビーム形成コンピュータに対して、サテライトアンテナエレメントから（フィーダダウンリンクを経て）受信した信号を処理するように指示して、問題のモービルの方向に、受信ビームを形成する。

次に、このビーム中の干渉レベルを演算する。本明細書において、“共通チャネル信号”とは、以下の信号を意味する。即ち、これら信号を、物理的に異なった位置において、同一のアップリンク周波数およびタイムスロットに割当てるこ

とである。

理想的には、新しい信号によって基図した、他の信号への共通チャネル干渉における増大を、また、最適チャネルを決定するために、用いる必要がある。この新しい信号を追加する効果を予測するためのシステムチック手法が、米国特許出願第08/179,953号に開示されている。この米国出願もこに引用し、本明細書の一部として援用する。この演算は、サテライトから受信されたリアルタイムの信号を処理することなく実行できる。また、この演算を、他の適當なコンピュータにおいて、“オフライン”で実行することもでき、この場合、進行する会話のアンテナアレイ係数を利用し、異なる位置における同一周波数プラス、新しいモービル用に決められた係数を駆使して、初期のアクセスコントロール上の初期のコールセットアップ手順に行われる。特に、この手法は、近傍、または共通チャネル信号のビームスペースで占めるために、チャネルショートリストを選択する本来の基準、即ち、同一チャネルを、0.75ビーム直径以内での利用すべきでない基準は、厳格に必要なものでないが、例外として、そのような簡単な初期のスクリーニング処理によって、更に複雑なマトリックス操作の数量を減少できる。これらマトリックス操作は、前述した特許出願に記載された手法を用いて、演算する必要がある。このマトリックス操作によって、信号対（ノイズ+干渉）の比率の理論的な予測値が与えられる。これらは、新しい信号を追加する時、信号処理（ビーム形成）係数を再度最適化した後で、このシステム中ですべての共通チャネル信号に対して達成される。これらのうちのうちの最悪値を仮のチャ

ネル割当の「品質」としてとられると共に、候補割当がこの「最悪」値すなわち概念的なドルーコスト(dollar-cost)に変換された最悪値に対して順にランク付けされ、上述したスエーデン特許出願に開示された発明の適合チャネル割当てスキームと共に利用する。上述の手法の利益の1つとしては、共通チャネル信号のいくつかが、一時的に無信号であったとしても、これら無信号に対する一組のビーム形成係数が記憶されている限りにおいては、共通チャネル干渉およびノイズのボテンシャルレベルを決定できることである。リアルタイム信号を処理する他の手法の欠点としては、以下の通りである。即ち、進行中の会話の係数を変化させて、どの程度のS/NRロスが、新しい信号を適合するに当たり、生じるかをテス

トすることは、望ましいものでないと共に、更に、共通チャンネル信号のいくつかが一時的に無信号となるため、一方におけるボイスアクティビティの欠如のため（即ち、バッテリパワーを保存するために、不連続送信（Discontinuous Transmission: DTX）を採用している）、このリアルタイム状況は、ボイスアクティビティと共に変化できる瞬間的な状況であることである。しかし乍ら、オフラインチャネル評価手法は、すべての共通チャネル信号がアクティブ状態であり、且つ、これら実際信号が必要でないものと仮定して、それらのアレイ係数のみを利用して、実行できる。

上述の説明は、1台のサテライトを介して動作し、互いに干渉し合わないモービル、または、他のサテライトを介して動作するモービルとの間で干渉しないモービルに対して、チャネルを割当てる技術に関するものである。ダイバーシティゲインを得るために、両方のサテライトによって受信できるようなモービルにチャネルを割当てる場合について、以下説明する。

タイミングコントローラによって、サテライトAにおいてのみ受信すべきモービルのタイミングを、すでにコントロールしてあるものと仮定し、この場合、これらモービルのバーストがサテライトAで隣接すると共に、サテライトBでオーバーラップし、この結果として、スロット長の合計より少ない、サテライトBにおけるフレーム期間を占有する。例えば、サテライトAにおいて受信すべき3個のみの信号(A1, A2, A3)が存在すると共に、それらのデルタ伝達時間にお

ける差が、d₁2とd₂3とによって表わされる場合には、これらは、サテライトBにおいて、3T-d₁2-d₂3を占有するようになる。ここで、記号Tは、1個のアップリンクTDMAタイムスロットの正規期間である。

同様に、タイミングコントローラによって、サテライトBのみにおいて受信すべきモービルのタイミングを、これらのバーストがサテライトBで隣接が、サテライトAでオーバーラップして受信されるようにコントロールされているものと仮定する。これらのデルタ伝搬時間（3個のモービルB1, B2, B3と仮定して）の差を、d₁2'およびd₂3'によって指定する場合に、3個のBモービルは、3T-d₁2'-d₂3'のサテライトAにおいて、時間を占有するようになる。

ダイバーシティ動作を実際に実行するための好適なフレーム構造は、D A A A D B B Bであり、ならびにこれを以下のように拡大して、サテライトAおよびBで受信するようなタイミングを、以下のように詳細に示す。

<----> <----> <----> <----> <----> <----> <----> <---->

サテライトAにおける8個のタイムスロット

A1	A2	A3	B1	B2	B3
----	----	----	----	----	----

<---->	<---->	<---->	<---!---!--->
--------	--------	--------	---------------

サテライトAにおいて受信した信号

<----> <----> <----> <----> <----> <----> <----> <---->

サテライトBにおける8個のタイムスロット

A1	A2	A3	B1	B2	B3
----	----	----	----	----	----

<---!---!--->	<---->	<---->	<---->
---------------	--------	--------	--------

サテライトBにおいて受信した信号

上述によって、以下のことがわかる。即ち、A-モービル信号を、サテライトAで、記号“!”で表わしたタイムオーバーラップを有し、これらによって3個

のタイムスロットより少ないスロットを占有するように受信する。同様に、サテライト A での B 信号のオーバーラップは、3 個のタイムスロットより少ないスロットを占有する。しかし乍ら、上記ダイヤグラムは、モービル A 3 は、サテライト B において、サテライト A より早く受信されていることを表わしており、他方、サテライト B は、A 3 に対して、より近いサテライトであることを表わしている。

観察角障害のために遠方の、低仰角信号が望まれるのであるが、A - 信号はサテライト B において平均的遅延およびこれの逆を呈するようになり、以下のダイヤグラムを導出する。

<----> <----> <----> <----> <----> <----> <----> <---->

サテライト A における 8 個のタイムスロット

A1 A2 A3 · B1 B2 B3

<----> <----> <----> · <----> <----!----!---->

サテライト A で受信した信号

<----> <----> <----> <----> <----> <----> <----> <---->

サテライト B における 8 個のタイムスロット

A1 A2 A3

B1 B2 B3

<----!----!----> <----> <----> <---->

サテライト B で受信した信号

この結果、タイミングコントローラは、A 3 であるべきモービルを以下のように見つける努力をする。即ち、A 3 は、サテライト B において、B 1 より早い 1 個のタイムスロットより遅れずにおよびその逆に受信され、B 3 は、サテライト A によって A 1 が受信されるより早く、1 個のタイムブロックより遅れず受信されるものである。このことによって、少なくとも 1 個のタイムスロット幅のギ

ギャップが、サテライトAにおいてB3とA1との間に存在し、同じギャップが、サテライトBにおいては、より広くなり、少なくとも1個のタイムスロット幅は、サテライトBにおいて、A3とB1との間で自由であり、サテライトBにおける等価なギャップはより広いものである。現在、これらギャップが、適当なダイバーシティモービルに割当てるのに利用できるようになる。ここで、サテライトAとBとに対する絶対の遅延差は無関係なものである。これは、特定ビームにおける特定周波数に関する全体のタイミング基準を、他のビームにおける同一周波数のユーザと干渉することなく、シフトさせる自由度を有しているからである。また、我々は、以下のように仮定できる。即ち、平均において、両方のサテライトによって受信希望された多くのモービルを、比較的遅く、サテライトBにおいて受信するからであり、これはサテライトAおよび他の方法と比較されるもので、

2つサテライトから、エリアの中心までの絶対遅延差を取り出し、このエリア中では、所定の周波数が利用できるようになる。これらモービルの2つのグループは、サテライトAでのB3-A1ギャップのように、ギャップを割当てるのに好適なもので、同様に、サテライトBでは、より広く、より遅く、または、サテライトBにおけるA3-B1ギャップに割当てる。これは、サテライトAにおいて、より広く、遅くシフトしている。B3-A1ギャップに割当てたダイバーシティモービルに対して、サテライトBで受信した他の信号（即ち、Bモービル）と時間的一致するように命令し、他方、A3-B1ギャップに割当てられたダイバーシティモービルに対して、サテライトAで受信した他の信号（即ち、A信号）と時間的一致するように命令する。これら時間一致命令は、サテライト／地上局システムによって、ダイバーシティ局システムの相対タイミングを観察した後で、ダイバーシティモービル信号の相対タイミングを観察した後で、発生され、ならばに、進行／遅延コマンドを、スピーチまたはトラフィックデータとマルチアレックス処理されたスローアソシエーテッドコントロールチャネル(slow Associated Control Channel: SACC)情報の一部分として、ダイバーシティモービルへ送信する。

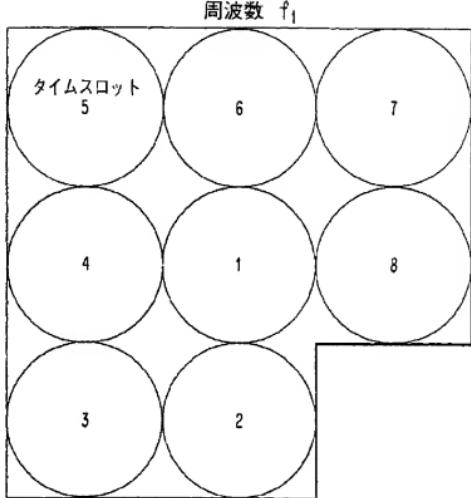
以上説明したように、インテリジェントタイミングコントローラによって、モービルを、周波数およびタイムスロットに好適に、如何なる方法で割当てができるかを記述しており、この割当ては、第1サテライト、第2サテライト、またはこれら第1、第2サテライトによってのみ受信が要請されるように行ない、TDMAフォーマットにおける無駄なカードタイムに対する要求を回避できる。更にまた、この割当てでは、他のビームの同一周波数およびタイムスロットの組合せを利用して、他の信号からの有限のサイドロープレベルによる共通チャネル干渉について考慮している。

また、本発明によれば、1個以上のサテライトによって、同一モービル信号を地上局まで中継できるようになり、これによって、2つのサテライトによって捕獲される信号電力の2倍の、少なくとも3dBの通信リンク計画（Communications link budget）上の利得を呈し、この地上局によって、ダイバーシティ合成を実行して、これら2つの電力を互いに効果的に加算できる。1つ

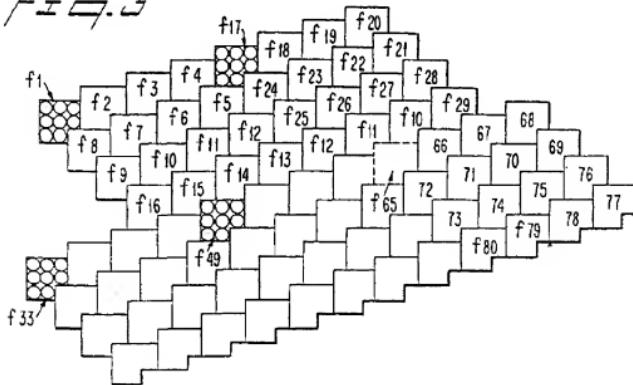
または他のサテライトに対するモービルステーションの信号のフェージングまたはシャドウイング（遮えぎり）の場合に、ダイバーシティサテライト受信のゲインは、3dB以上の値があり、これは、そのようなフェージングやシャドウイングに対して許容されている性能に比べて値値がある。

また、本発明は、本発明の趣旨を逸脱することなく、他の特別な形態に実施できることは当業者にとって容易である。従って、現在、開示している実施例は、すべて例示的なもので、限定的なものでない。本発明の範囲は、上述した記載のものより、むしろ、付加された請求項によって規定されるもので、均等の範囲内での、すべての変更は、これに包含されるものである。

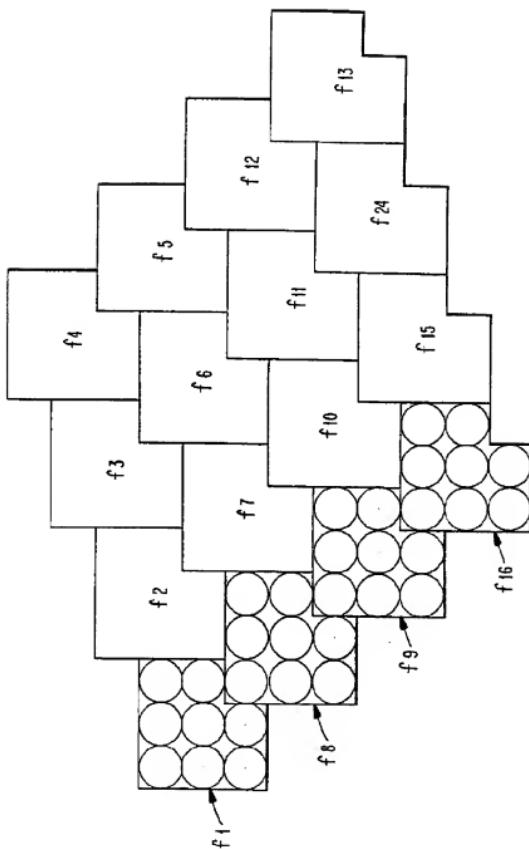
【図1】

FIGURE 1

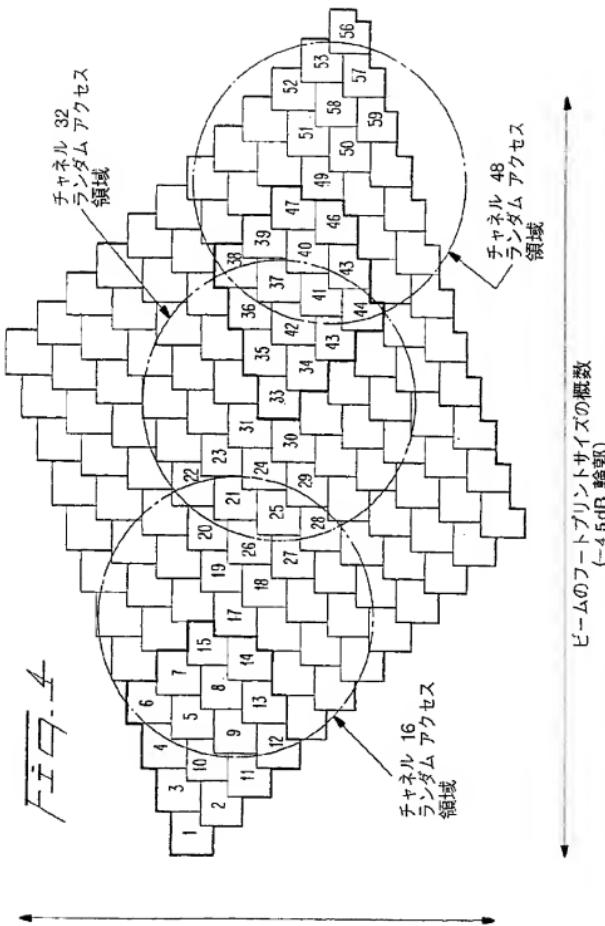
【図3】

FIGURE 3

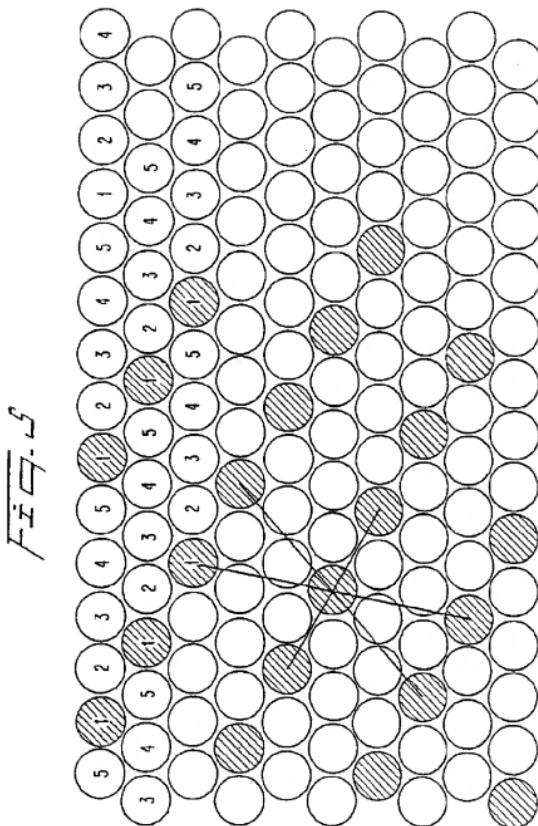
【図2】

F-2

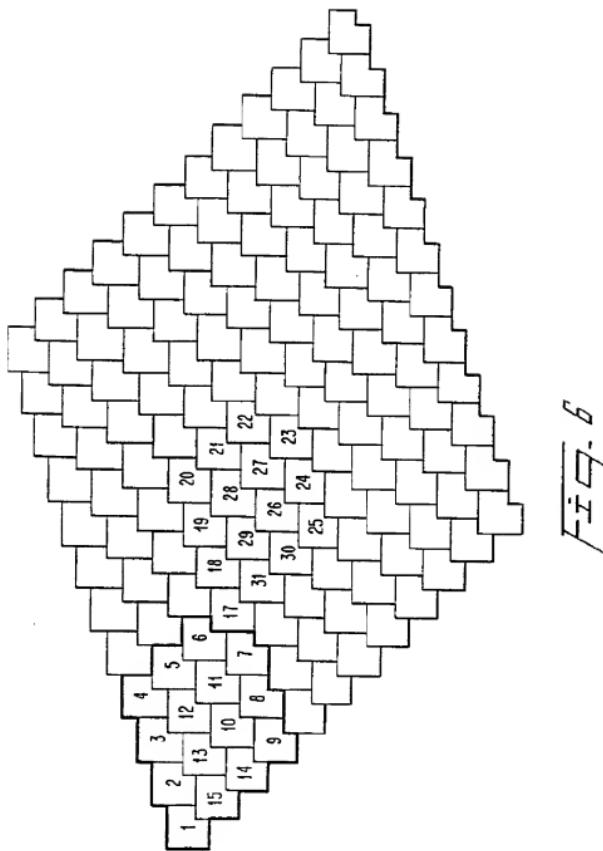
【図4】



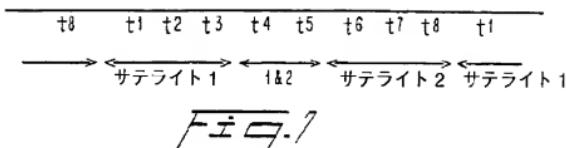
【図5】



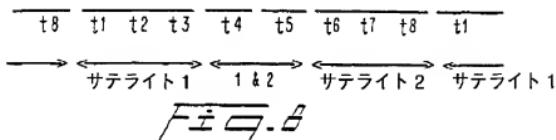
【図6】



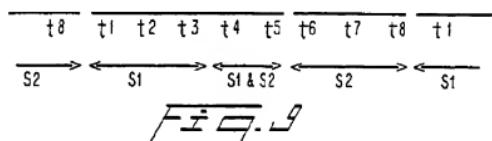
【図7】



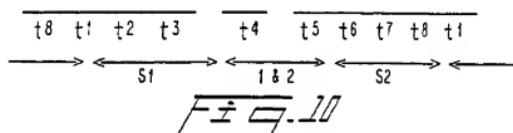
【図8】



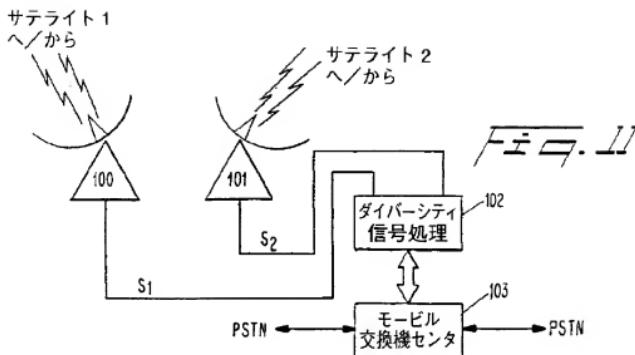
【図9】



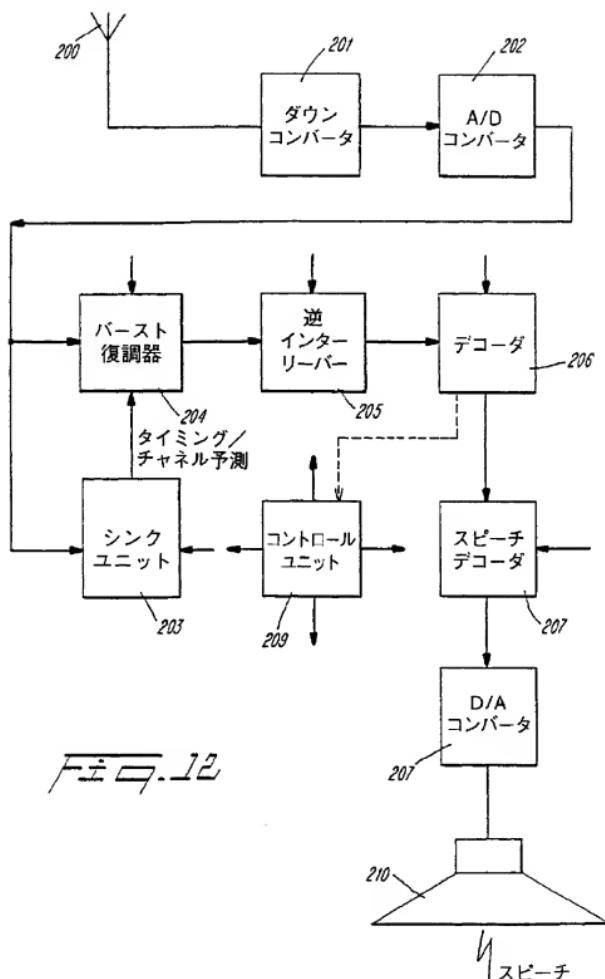
【図10】



【図11】



【図12】



【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】1996年10月28日

【補正内容】

22. 更に、

少なくとも第1および第2サテライトによって中継された信号の受信品質を比較すると共に、前記第1または第2サテライトによって中継された前記信号を処理するか、または、これら第1、第2のサテライトによって中継された信号を、一緒に処理するかを決定する比較手段と；

この決定に依存して、前記地上端末の少なくとも1つの前記送信タイミングに対する好適な値を決定する決定手段とを設けたことを特徴とする請求項20記載のタイミングコントローラ。

23. 更に、

コマンドを、少なくとも1つの前記地上端末へ送信して、前記好適なタイミングに適合させる手段を具備する、請求項22に記載のタイミングコントローラ。

24. 前記コマンド送信手段は、コマンドを送信して、前記地上端末内のいくつかの端末のタイミングを、ほぼ同一時間に適合させる、請求項23に記載のタイミングコントローラ。

25. 前記コマンドの送信によって、前記数個の地上端末は、互いにタイムスロットの入替えを含んだ送信タイミングに適合される、請求項24に記載のタイミングコントローラ。

26. 前記決定手段は、前記地上端末のうちの2つによって送信され1台以上のサテライトにより中継されるように意図された2つの信号間の、前記1台以上のサテライトでの時間上のオーバーラップを回避するように前記好適なタイミングを決定する、請求項22に記載のタイミングコントローラ。

27. 通路ダイバーシティを提供するように作動する、少なくとも2つの中継局を利用して、無線通信ネットワークと加入者局との間の無線通信サービス品質向上させる方法であって、

少なくとも、前記2つの中継局の第1局で利用可能な通信チャネルを利用して、情報信号の第1部分を含んだ信号バーストを送信すると共に、これら中継局の

第2局で利用可能なチャネルを利用して、前記情報信号の第2の異なる部分を含んだ信号バーストを送信するステップと、

前記第1中継局が信号バーストを所定の加入者局に送信している間に、前記第

2中継局で利用可能なチャネルを利用して、バーストを異なった加入者局およびその逆に送信するステップとを具備する、無線通信サービス品質改善改善方法。

28. 前記利用可能な通信チャネルの各々は、無線周波数チャネル割当と組合せた反復性T D M Aフレーム期間内のタイムスロットによって特徴付けられている、請求項27に記載の方法。

29. 前記中継局は、軌道上のサテライトである、請求項27に記載の方法。

30. 通路ダイバーシティを採用して、無線通信ネットワークで音声またはデータ通信を提供する加入者端末であって、

第1通信チャネル上の第1送信局および第2通信チャネル上の第2送信局から交互に、信号バーストを受信する受信手段と、

前記第1送信局によって送信された情報および前記第2送信局によって送信された異なる情報を包括した連続的なバーストで受信した情報を、一緒に処理して、通路ダイバーシティによる信号品質を改善する処理手段とを具備する、加入者端末。

31. 前記第1および第2通信チャネルは、反復性T D M Aフレーム周期中のタイムスロットと、第1および第2無線周波数チャネルとを指定することによって規定される、請求項30に記載の加入者端末。

32. 更に、

T D M Aバーストを交互に受信するために、前記第1および第2通信チャネルで、前記端末を動作可能とする機敏性チャネル選択手段を具備する、請求項31に記載の加入者端末。

33. 前記機敏性チャネル選択手段は、周波数ホッピングシンセサイザを含む、請求項32に記載の加入者端末。

34. 前記バスダイバーシティ動作は、不要な時に、不作動にすることができると共に、次に、前記処理手段は単一の送信局から受信した情報を処理するように

した、請求項30に記載の加入者端末。

35. 前記中継局に、地上式セルラー基地局、軌道上のサテライト、または、エアーポーン中継局を含む、請求項30に記載の加入者端末。

36. バスダイバーシティ動作は、前記加入者端末によって、少なくとも2つの

送信局からの信号を受信できた時に作用させられ、およびこの加入者端末によって、前記送信局の1局のみからの信号を受信できた時に、不作用とさせられる、請求項34に記載の加入者端末。

37. ダイバーシティ動作は、前記端末が、2つの送信局間の境界において存在する時に選択されるか、または不作用となって、異なる局によって提供された領域間で転移した時に、ソフトなハンドオーバーを行なうようにした、請求項34に記載の加入者端末。

[国際調査報告]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International application No. PCT/US 95/16449
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H04B/212		
According to International Patent Classification (IPC) or in both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Maximum documents searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H04B		
Documentation searched other than maximum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used);		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	13 EME COLLOQUE SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET DES IMAGES, JUAN LES PINS, SEPT. 16 - 29, 1991, GRETSI, pages 445-448, XP00242810 EL-SOUDANI M ET AL: "AN OPTIMAL TIME SLOT ASSIGNMENT ALGORITHM IN SS/TDMA SYSTEM WITH INTERSATELLITE LINK" see page 445, right-hand column, line 18 - page 447, left-hand column, line 6 --- -/--	1-5,15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document but published on or after the international filing date "C" document which may draw doubts on priority (claim(s)) or which is cited to establish the publication date of another document or other special reason (as specified) "D" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or sale "E" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
15 May 1995	23.05.96	
Name and mailing address of the ISA	Authorized officer	
European Patent Office, P.B. SHH Patmosstr. 2 NL-2200 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 346-50 00, Fax: (+31-70) 346-50 08	Bischof, J-L	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International Application No.	
Category		Category of document, w/o indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X		I.E.E.E. TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, vol. COM-35, no. 6, June 1987, NEW-YORK,US, pages 602-608, XP002003160 A.BERTOSSI ET AL.: "Time Slot Assignment in SS/TDMA Systems with Intersatellite Links" see page 602, left-hand column, line 1 - page 603, right-hand column, line 35 ---	1-5,15
X		IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, vol. 3, 1 - 4 December 1986, HOUSTON, US, pages 1713-1719, XP002003161 S.BELLACCINI ET AL.: "Synchronization and Routing Aspects in a Cluster of Satellites with On-Board Processing" see page 1717, left-hand column, line 13 - line 24 ---	1-5,15
A		PROCEEDINGS OF IEEE , vol. 75, no. 1, January 1987, NEW-YORK,US, pages 74-82, XP002003162 R.BINDER ET AL.: "Crosslink Architectures for a Multiple Satellite System" see page 79, right-hand column, line 5 - line 15 ---	6,10,11
A		WO A.88 04837 (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 30 June 1988 see claim 1 ---	7,12
X		EP,A,0 536 068 (ALCATEL ESPACE) 7 April 1993 see column 8, line 47 - column 12, line 47; claim 1; figures 3,4 ---	18-26
A		47 31-33,35	6-14,28, 29,
X		EUROPEAN CONFERENCE ON SATELLITE COMMUNICATIONS, 2 - 4 November 1993, MANCHESTER,UK, pages 325-329, XP000458030 C.CULLEN ET AL.: "The Networking of Dynamic Satellite Constellations" see page 326, right-hand column, line 9 - line 23 ---	15,16, 18-21, 27-30, 34,36,37
X		3RD EUROPEAN CONFERENCE ON SATELLITE COMMUNICATIONS, 2 - 4 November 1993, MANCHESTER,UK, pages 246-250, XP000458015 P.JUNG ET AL.: "Inter-Satellite Links for Personal Communications Low Earth Orbit Satellite Systems" see page 248, left-hand column, line 1 - line 10; figures 4,5 ---	15,16, 18-21, 27-30, 34,36,37
-/-			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 95/16449

C/Correspondent DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages see figure 1	Relevant to claim No.
A	WO,A,89 05883 (QUALCOMM) 27 July 1989 -----	17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Info. on patent family members

International application No
PCT/US 95/16449

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-8804837	30-06-88	AU-B- 604982 AU-B- 1841088 CA-A- 1295731 DE-D- 3788125 DE-T- 3788125 EP-A- 0294413 JP-T- 1502068 US-A- 4882568	06-12-90 15-07-88 11-02-92 16-12-93 09-06-94 14-12-88 13-07-89 21-11-89
EP-A-536068	07-04-93	FR-A- 2582238 AU-B- 2502992 CA-A- 2097504 WO-A- 9307683 JP-T- 6503458	09-04-93 08-04-93 03-04-93 15-04-93 14-04-94
WO-A-8906883	27-07-89	US-A- 4979170 AU-B- 640561 AU-B- 1295792 AU-B- 3059789 CA-A- 1310696 EP-A- 0417099	18-12-90 26-08-93 21-05-92 11-08-89 24-11-92 20-03-91

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,
DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M
C, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG
, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN,
TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, U
G), AL, AM, AT, AU, BB, BG, BR, B
Y, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES
, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, L
V, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ
, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,
SK, TJ, TM, TT, UA, UG, UZ, VN